



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA FOLHA GUARATINGUETÁ 1:50.000,
LESTE DE SÃO PAULO**

GABRIEL RIBEIRO COUTINHO

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”
(IGL108/RUD)

RIO DE JANEIRO
JANEIRO DE 2012

MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA FOLHA GUARATINGUETÁ 1:50.000, LESTE DE SÃO PAULO

GABRIEL RIBEIRO COUTINHO

Trabalho de conclusão do curso de graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Área de atuação: Setor I

Orientador: Prof. Dr. Rudolph Allard Johannes Trouw

Aprovado por:

Prof. Dr. Rudolph A. J. Trouw

Prof. Dr. André Ribeiro

Prof^a. Dr^a. Renata Schmitt

RIO DE JANEIRO
JANEIRO DE 2012

COUTINHO, Gabriel Ribeiro

Mapeamento geológico da folha Guaratinguetá 1:50.000, leste de São Paulo.

XXX, 45 p. 29,7 cm (Instituto de Geociências - UFRJ, B. Sc., Curso de graduação em Geologia, 2012).

Monografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, realizada no Instituto de Geociências.

1.Embu 2. Quebra-Cangalha 3. Guaratinguetá 4. Ribeira

Aos meus pais, Nehemias e Marlene,
por me apoiarem em todos os momentos da minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Nehemias e Marlene, que durante todos os anos da minha graduação, me apoiaram sem contestar, principalmente durante trabalhos de campo. Sou muito grato a vocês eternamente.

Agradeço ao Professor Rudolph Trouw, por aceitar me orientar neste trabalho, e pelas dúvidas de campo esclarecidas. Aprendi muito com o senhor.

Agradeço também ao geólogo Marcos Vinícius Fontainha, pelos ensinamentos passados durante as campanhas de campo que fizemos juntos, grande companhia de escaladas e geologia. Também sou muito grato ao meu amigo Felipe Santana Büttner “Pelito”, pela grande parceria durante as campanhas de campo e durante todos os anos da graduação. Muitas risadas e aventuras que passamos juntos, lembrarei disso até o fim da vida !

Gostaria de agradecer também ao parceiro e geólogo Rodrigo Vinagre, pela ajuda em eventuais dúvidas e problemas de laminação durante a confecção deste trabalho. Sou muito grato.

Agradeço, para finalizar, a todos os amigos que fiz durante estes cinco anos, Fréd, Rodolfo, “Guiles”, Marion, “Cazuza”, “Mineiro”, “Dudu”, “Dani”, Ovídio, Renan “Perigoso”, entre muitos outros que não citei mas que estão no meu coração. Sou muito grato a todos vocês que fizeram destes anos, certamente os mais divertidos da minha vida até hoje. Sem palavras para as amizades de que a Geologia me proporcionou fazer. Se esqueci de agradecer a alguém importante durante este trabalho, me desculpe, mas tenha certeza de que sou muito grato por tudo.

Obrigado, Gabriel Ribeiro.

RESUMO

COUTINHO, Gabriel Ribeiro, **Mapeamento geológico da folha Guaratinguetá 1:50.000, leste de São Paulo**. Rio de Janeiro, 2012. XXX, 45 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

A área estudada está localizada no município de Guaratinguetá, leste do Estado de São Paulo, nas proximidades da Serra do Quebra-Cangalha. No contexto geotectônico, a área faz parte do terreno Embu, no segmento central da Faixa Ribeira.

O resultado deste trabalho é a definição de diferentes litotipos com base em suas características mineralógicas, texturais e estruturais. São eles: A) Granada-sillimanita-biotita xisto migmatítico e rochas calcissilicáticas associadas; B) Biotita-paragnaisse migmatítico; C) Biotita-ortognaisse porfirítico de composição granítica; D) Leucogranitóide de composição granítica (Batólito Serra do Quebra-Cangalha); E) Plúton de composição granítica (Granito Aparecida); F) Granitóide com hornblenda; G) Biotititos microfaneríticos (Diques máficos).

As estruturas observadas foram agrupadas em três fases deformacionais. São elas: D_n , D_{n+1} e D_{n+2} . A fase D_n foi interpretada como a responsável pela geração da foliação principal S_n e das lineações mineral e de estiramento L_n , além de dobras fechadas/apertadas com planos axiais paralelos à foliação S_n . A fase D_{n+1} foi responsável pela geração da foliação S_{n+1} observada em poucos pontos, e pela geração de dobras suaves com planos axiais mergulhando para NW e eixo caindo suavemente para NE. A fase D_{n+2} foi a responsável pela geração de zonas de cisalhamento subverticais com deslocamento predominantemente dextral e direções NE-SW a E-W que afetam todos os litotipos da área.

O metamorfismo das rochas é definido como da facies anfibolito alto, e caracterizado pela presença de veios anatéticos associados à fusão mínima, e pelo crescimento de minerais metamórficos (sillimanita e granada) paralelos à foliação principal S_n . A presença desses minerais associados à esta fase deformacional, caracteriza-a como a fase de pico do metamorfismo para estas rochas.

ABSTRACT

COUTINHO, Gabriel Ribeiro, **Mapeamento geológico da folha Guaratinguetá 1:50.000, leste de São Paulo**. Rio de Janeiro, 2012. XXX, 45 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geologia) - Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

The study area is located near the city of Guaratinguetá, in the eastern part of São Paulo State, near the Serra do Quebra-Cangalha. In a geotectonic context, the area is part of the Embu terrane, in the central segment of the Ribeira Belt.

The result of this work is the definition of different rock types based on their mineralogical, textural and structural characteristics. They are: A) Garnet- sillimanite-biotite migmatitic schist and associated calcsilicate rocks; B) Migmatitic biotite-paragneis; C) Porphyritic biotite orthogneiss of granitic composition; D) Leucogranitoid of granitic composition (of the Serra do Quebra-Cangalha Batholith); E) Pluton of granitic composition (Aparecida Granite); F) Granitoid with hornblende and F) Aphanitic biotitites (mafic dykes).

The structures observed were grouped into three deformational phases. They are: Dn, Dn +1 and Dn +2. The phase Dn has been interpreted as responsible for generating the main foliation, Sn, and mineral and stretching lineations Ln, and closed / tight folds with axial planes parallel to the foliation Sn. The phase Dn +1 was responsible for generating the Sn +1 foliation observed in a few points, and the generation of gentle folds with axial planes dipping to the NW and axes plunging gently to the NE. Dn +2 phase was responsible for the generation of subvertical shear zones with predominantly dextral displacement NE-SW to EW that affect all rock types in the area.

The metamorphism of the rocks is defined as of medium to high amphibolite facies, characterized by the presence of veins associated with initial anatexis, and the growth of metamorphic minerals (garnet and sillimanite) parallel to the main foliation Sn. The presence of these minerals associated with this deformation phase characterize it as the stage of peak metamorphism for these rocks.

Sumário

1 - INTRODUÇÃO	
1.1 – Localização da área de estudo e acessos	1
1.2 – Objetivo do trabalho	1
1.3 – Metodologia	1
1.3.1 - Trabalhos de campo	1
1.3.2 - Trabalhos de escritório	2
1.3.3 - Trabalhos de laboratório	2
2 – GEOLOGIA REGIONAL	
2.1 – Síntese sobre o conhecimento do segmento central da Faixa Ribeira e o Terreno Embu	5
3 – GEOLOGIA LOCAL	9
3.1 – UNIDADES DE MAPEAMENTO	9
3.1.1 - Granada-sillimanita-biotita xisto migmatítico	9
3.1.2 - Biotita-paragnaisse migmatítico	18
3.1.3 - Biotita-ortognaisse porfirítico de composição granítica	24
3.1.4 - Biotita-muscovita granito leucocrático (Batólito Serra do Quebra-Cangalha)	31
3.1.5 - Plúton de composição granítica (Granito Aparecida)	36
3.1.6- Granitóide com hornblenda	40
3.1.7 - Biotititos afaníticos (Diques Máficos)	44
4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL	49
4.1 - FASE DEFORMACIONAL D_n	49
4.2 - FASE DEFORMACIONAL D_{n+1}	51
4.3 - FASE DEFORMACIONAL D_{n+2}	53
5 – METAMORFISMO	58
6 – CONCLUSÃO	60
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
8 - ANEXOS	
I - MAPA GEOLÓGICO E SEÇÃO GEOLÓGICA	
II - MAPA DE PONTOS	

ÍNDICE DE FOTOS:

- Foto 1** - Biotita-sillimanita xisto alterado, com lentes/veios leucossomáticos quartzo feldspáticos indicativos de fusão parcial. Observar a foliação S_n sub-vertical marcada pelos leucossomas no canto esquerdo da foto. 10
- Foto 2** - Biotita xisto migmatítico, em lajedo sob uma cachoeira, com leucossomas quartzo-feldspáticos apresentando dobras paralelas/subparalelas à foliação. O martelo está posicionado paralelamente à foliação S_n . 11
- Foto 3** - Dique de leucogranito intrudindo bioita-xisto, em lajedo sob uma cachoeira, com leucossomas quartzo-feldspáticos também truncados. A foliação é paralela aos leucossomas. 11
- Foto 4a:** Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis cruzados. Observa-se a textura granolepidoblástica marcada pelos cristais de biotita, muscovita e quartzo, paralelos à foliação S_n . 12
- Foto 4b:** Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis paralelos . 13
- Foto 5a:** Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis cruzados, com destaque para o cristal de turmalina no canto noroeste da foto, e um cristal de muscovita com dobras tipo *kink band*. 13
- Foto 5b:** Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis paralelos, com destaque para o cristal de turmalina no canto noroeste da foto, e um cristal de muscovita com dobras tipo *kink band*. 14
- Foto 6a:** Fotomicrografia de biotita-xisto visto em nicóis cruzados, com destaque para o cristal de muscovita crenulado por S_n , formando micro-dobras do tipo *kink band*. 15
- Foto 6b:** Fotomicrografia de biotita-xisto visto em nicóis paralelos, com destaque para o cristal de muscovita crenulado por S_n , formando micro-dobras do tipo *kink band*. 15
- Foto 7a:** Fotomicrografia do cristal de granada em biotita xisto, visto em nicóis cruzados. Observa-se as inclusões de sillimanita (fibrolita), blindadas pela granada. É possível observar a foliação S_n defletindo no cristal de granada. 16
- Foto 7b:** Fotomicrografia do cristal de granada em biotita xisto, visto em nicóis paralelos 17
- Foto 8:** Biotita-paragnaisse em contato com ortognaisse porfirítico (canto noroeste da foto), e possuindo lente de rocha calcissilicática (centro da foto). 17
- Foto 9a:** Fotomicrografia de biotita paragnaisse, visto em nicóis cruzados. É possível observar a mineralogia principal da rocha, representada pelos cristais de plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita. Lâmina FG-259. 19
- Foto 9b:** Fotomicrografia de biotita paragnaisse, visto em nicóis paralelos. É possível observar a mineralogia principal da rocha, representada pelos cristais de plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita. Lâmina FG-259. 20
- Foto 10a:** Fotomicrografia de rocha calcissilicática presente dentro do biotita-xisto, visto em nicóis cruzados. É possível observar os cristais de epidoto com cores elevadas de interferência, cristais granulares de quartzo e alguns poucos cristais de plagioclásio. 21

Foto 10b: Fotomicrografia de rocha calcissilicática presente dentro do biotita-xisto, visto em nicóis paralelos .	22
Foto 11: Biotita-paragnaisse, com destaque para o cristal de feldspato do centro da foto .	23
Foto 12: Biotita-paragnaisse, em elevado estado de alteração, porém ainda é possível observar o alto teor de feldspatos, diferindo-a da unidade biotita-sillimanita xisto.	23
Foto 13: Biotita-gnaiss migmatítico, em bom estado de preservação. Notar os leucossomas paralelos à foliação, e dobras apertadas com plano axial paralelo à foliação, associadas à D _n .	24
Foto 14 - Dique de leucogranito intrudindo biotita-ortognaisse porfirítico, em lajedo sob uma cachoeira. Escala: martelo, 30cm . Ponto FG-106.	25
Foto 15a: Fotomicrografia de biotita-ortognaisse, visto em nicóis cruzados. É possível ver os cristais de plagioclásio com geminações polissintéticas, cristais de quartzo com contatos semi-poligonalizados e cristais de biotita.	26
Foto 15b: Fotomicrografia de biotita-ortognaisse, visto em nicóis paralelos.	27
Foto 16: Bloco do biotita-ortognaisse porfirítico, com fenocristais de feldspato de até 7 cm de comprimento.	29
Foto 17: Biotita-ortognaisse aflorante em lajedo próximo a riacho, em zona afetada por cisalhamento. Notar a orientação paralela do eixo "c" dos fenocristais de feldspato.	30
Foto 18: Leucogranito alterado aflorante em barranco dentro de fazenda. dos fenocristais de feldspato. Possui uma fraca foliação incipiente.	31
Foto 19: Leucogranito com turmalina intrudindo biotita-gnaiss. Observa-se o truncamento da foliação S _n presente no biotita-gnaiss.	32
Foto 20: Amostras representando a variação granulométrica encontrada nas rochas do leucogranitóide.	33
Foto 21a: Fotomicrografia de leucogranito, visto em nicóis cruzados. É possível observar os cristais de plagioclásio parcialmente alterados, apresentando muscovitas retrometamórficas. Observa-se também cristais de quartzo com bordas semi-poligonalizadas e cristais de biotita submilimétricos.	34
Foto 21b: Fotomicrografia de leucogranito, visto em nicóis paralelos. É possível observar os cristais de plagioclásio parcialmente alterados, apresentando muscovitas retrometamórficas. Observa-se também cristais de quartzo com bordas semi-poligonalizadas e cristais de biotita submilimétricos.	34
Foto 22a: Fotomicrografia do granito Aparecida, visto em nicóis cruzados. Observa-se a mineralogia principal da rocha, evidenciada pelos cristais de k-feldspato, plagioclásio, biotita e quartzo. Lâmina FG-225.	37
Foto 22b: Fotomicrografia do granito Aparecida, visto em nicóis paralelos. Observa-se a mineralogia principal da rocha, evidenciada pelos cristais de k-feldspato, plagioclásio, biotita e quartzo. Lâmina FG-225.	38

Foto 23a: Fotomicrografia do granitóide com hornblenda, visto em nicóis cruzados. Observa-se a mineralogia principal, composta por cristais de quartzo, plagioclásio, k-feldspato, hornblenda e biotita. Lâmina FG-350. 41

Foto 23b: Fotomicrografia do granitóide com hornblenda, visto em nicóis paralelos. Observa-se a mineralogia principal, composta por cristais de quartzo, plagioclásio, k-feldspato, hornblenda e biotita. Lâmina FG-350. 42

Foto 24: Dique máfico intrudindo biotita-ortognaisse porfíritico. Notar o truncamento da foliação S_n presente no ortognaisse. 44

Foto 25a: Fotomicrografia de biotitito microfanerítico, visto em nicóis cruzados. É possível observar os fenocristais de plagioclásio com textura ígnea ainda preservada, apresentando bordas bem marcadas. Nota-se também a presença de cristais de calcita e quartzo, além das biotitas presente em abundância. 45

Foto 25b: Fotomicrografia de biotitito microfanerítico, visto em nicóis paralelos. 46

Foto 26a: Fotomicrografia de fenocristal de plagioclásio em biotitito microfanerítico, visto em nicóis cruzados. É possível observar as inclusões de quartzo e epidoto. Apresenta sobrecrecimento na borda, marcado pela ausência de inclusões. Nota-se também a presença de um veio de cristais de calcita e quartzo. Nota-se ainda uma foliação incipiente defletida pelo cristal. 47

Foto 26b: Fotomicrografia de fenocristal de plagioclásio em biotitito microfanerítico, visto em nicóis paralelos. Notar o sobrecrecimento marcado pela ausência de inclusões. 48

Foto 27: Foliação S_n bem marcada em biotita-paragnaisse, com dobras apertadas marcadas por leucossomas quartzo-feldspáticos, apresentando planos axiais paralelos à foliação. 50

Foto 28: Dobra suave relacionada à D_{n+1} , redobrando a foliação S_n . Apresenta plano axial mergulhando para NW e eixo caindo suavemente para NE. 51

Foto 29: Dobras em BLOCO de biotita-paragnaisse, relacionadas à D_{n+1} , redobrando a foliação S_n . 52

Foto 30: Zona de cisalhamento transcorrente dextral(305/85), com mergulho subvertical, afetando dique do biotita-muscovita granito leucocrático. A seta da caderneta aponta para o Norte. 53

Foto 31: Zona de cisalhamento transcorrente sinistral(0/80), com mergulho subvertical, afetando leucossoma quartzo-feldspático no biotita-paragnaisse. 54

Foto 32: Biotita ortognaisse ultramilonítico, presente no centro da faixa milonítica, com granulometria muito fina, composta essencialmente por quartzo recristalizado e fitas de biotita. 55

Foto 33a: Fotomicrografia de ultramilonito, visto em nicóis cruzados. Notar a presença quase que totalmente de quartzo recristalizado, com eixo “c” dos cristais paralelo à foliação S_{n+2} . Observa-se também a presença de cristais de biotita paralelos à foliação. 55

Foto 33b: Fotomicrografia de ultramilonito, visto em nicóis paralelos. 56

Foto 34: Biotita ortognaisse protomilonítica milonítica, presente na borda da faixa milonítica, com grande quantidade de porfiroblastos de feldspato e uma matriz fina composta essencialmente por quartzo recristalizado e fitas de biotita. 57

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Localização da área de estudo representada pela quadricula vermelha.	3
Figura 2.1: Mapa tectônico regional com a localização da área de estudo delimitada pela quadricula vermelha.	4
Figura 2.2: Evolução tectônica da porção sul/ sudeste do Brasil e da porção oeste da África.	8
Figura 3: Plotagem da composição modal das lâminas FG-106_A_R e FG-269_R (biotita ortognaisse porfirítico) no diagrama QAP para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976.	28
Figura 4: Plotagem da composição modal da lâmina FG-83 (biotita-muscovita granito leucocrático) no diagrama QAP para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976.	36
Figura 5: Plotagem da composição modal da lâmina FG-225 (granito Aparecida) no diagrama QAP para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976.	40
Figura 6: Plotagem da composição modal da lâmina FG-350 (granitóide com hornblenda) no diagrama QAP para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976.	43
Figura 7: Estereogramas com plotagem de 214 medidas da foliação Sn, em projeção equiângulo, hemisfério sul.	49
Figura 8: Estereogramas com plotagem de 19 medidas da lineação Ln, em projeção equiângulo, hemisfério sul.	49
Figura 9: Estereograma com plotagem de 4 medidas dos planos axiais relacionados à D_{n+1} , em projeção equiângulo, hemisfério sul.	51
Figura 10: Estereogramas com plotagem de 8 medidas de zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais e sinistrais, em projeção equiângulo, hemisfério sul.	57
Figura 11: Diagrama P x T de estabilidade mineral para rochas pelíticas.	58
Figura 12: Diagrama de fácies metamórfica de Eskola.	59

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Localização da área de estudo e acessos

A área estudada está localizada no leste do Estado de São Paulo, nas proximidades da cidade de Guaratinguetá. Localiza-se na folha Guaratinguetá (IBGE, escala 1:50.000), perfazendo uma área de aproximadamente 300 km² (Figura 1).

A partir do Rio de Janeiro, assim como de São Paulo, o acesso é feito pela rodovia BR-116 (Rod. Presidente Dutra), virando à direita na entrada para Guaratinguetá, em seguida indo em direção à SP-171 (Guaratinguetá - Cunha). Esta rodovia atravessa toda a área de trabalho (Figura 1).

1.2 - Objetivo do trabalho

Este trabalho tem como objetivo, através do mapeamento geológico na escala 1:50.000 e petrografia, contribuir para o conhecimento e entendimento geológico e geotectônico do segmento central da Faixa Ribeira, mais especificamente do Terreno Embu no qual a área de estudo está inserida.

1.3 - Metodologia

1.3.1 - Trabalhos de campo

Foram feitas quatro campanhas de mapeamento, totalizando 30 dias de trabalho. O trabalho de mapeamento foi feito pelo geólogo Marcus Vinicius Ferreira Fontainha e pelos alunos de graduação Gabriel Ribeiro Coutinho e Felipe Santana Büttner. O orientador deste trabalho, professor Dr. Rudolph Truow visitou alguns pontos relevantes da folha para esclarecer eventuais dúvidas.

Durante os trabalhos de campo foram realizadas descrições litológicas das diferentes

rochas observadas, medições das feições estruturais observadas nos afloramentos, coleta de amostras, confecção de seção geológica e esboço do mapa final.

1.3.2 - Trabalhos de escritório

Estes trabalhos foram desenvolvidos ao longo do ano de 2011, após as campanhas de campo, e constituíram-se de:

- Confecção do mapa geológico na escala 1:50.000 no programa ArcGis Desktop 9.3 (Anexo I);
- Confecção do mapa de pontos na escala 1:50.000 no programa ArcGis Desktop 9.3 (Anexo II);
- Confecção da seção geológica A-A' no programa Adobe Illustrator CS5 (Anexo I);
- Confecção do layout final para impressão no programa Corel Draw X5;
- Levantamento bibliográfico de trabalhos anteriores sobre a região estudada;
- Elaboração desta monografia.

1.3.3 - Trabalhos de laboratório

Foi realizada, após as campanhas de campo, uma seleção de 24 amostras estruturalmente orientadas, destinadas à laminação.

Das amostras selecionadas, foram confeccionadas lâminas petrográficas, pelo laminador Tarciso Raymundo de Abreu, no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (DGEO/ UFRJ), e suas descrições petrográficas foram realizadas no laboratório de microscopia do mesmo Departamento.

A análise petrográfica permitiu identificar a composição mineralógica das rochas, assim como seus principais minerais metamórficos. Para cada amostra laminada foram indentificadas a composição mineralógica, textura, granulometria e a composição modal visual (6 a 8 visadas).

Nas decrições petrográficas de campo e laboratório foi utilizada a norma definida por

Mackenzie *et al.*, (1982) para tamanho dos grãos:

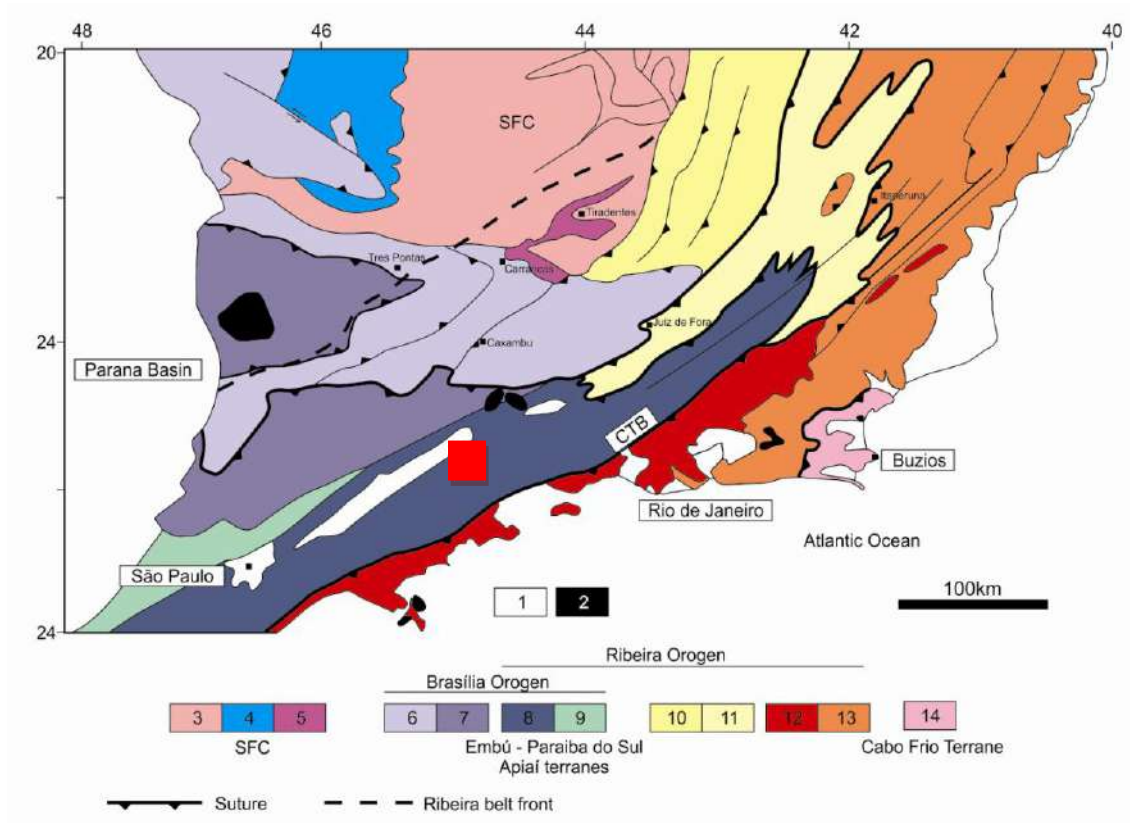
- Fina < 1mm
- Média 1-5mm
- Grossa 5-30mm
- Muito grossa > 30mm

O índice de cor (I.C.) utilizado segue os limites definidos por Nockolds *et al.*, (1978):

- Hololeucocrática (0-5% de minerais máficos)
- Leucocrática (5-30% de minerais máficos)
- Mesocrática (30-60% de minerais máficos)
- Melanocrática (60-90% de minerais máficos)
- Hipermelânico (90-100% de minerais máficos)



Figura 1: Localização da área de estudo representada pela quadricula vermelha. Fonte: *Google Earth*.



Mapa tectônico da transição entre a Faixa Brasília meridional e o segmento central da Faixa Ribeira: 1- Bacias sedimentares fanerozoicas; 2- Rochas alcalinas Cretáceas/Terciárias. 3- Embasamento do Cráton São Francisco; 4- Cobertura sedimentar do Cráton São Francisco; 5- Metassedimentos de domínios autóctones. Orógeno Brasília: 6- Nappe Socorro-Guaxupé; 7- Nappes inferiores. 8- Embú - Terrenos Paraíba do Sul; 9- Terreno Apiaí. Orógeno Ribeira: 10- Domínio externo e 11- Domínio Juiz de Fora do Terreno Ocidental. Terreno Oriental: 12- Arco Rio Negro; 13- Sucessões metassedimentares Neoproterozóicas; 14- Terreno Cabo Frio.

Figura 2.1: Mapa tectônico regional com a localização da área de estudo marcada pela quadrícula vermelha. Modificado de Trouw *et al.* (2011).

2 - GEOLOGIA REGIONAL

A região estudada está inserida no escudo Atlântico da plataforma Sul-americana, dentro da Província Mantiqueira (Almeida *et al.*, 1981).

Localizada a sudeste da bacia cenozóica de Taubaté, dentro do contexto geotectônico da orogênese brasileira, a área encontra-se no terreno neoproterozóico Embu ou Complexo Embu (Heilbron *et al.* 2000; Hasui *et al.*, 1975 ; Hasui & Sadowski, 1976), localizado na porção central da Faixa móvel Ribeira (Heilbron *et al.* 2000) (Figura 2.1).

2.1 - Síntese sobre o conhecimento atual do segmento central da Faixa Ribeira e o Terreno Embu

A Faixa Ribeira é uma feição geotectônica pertencente à Província Mantiqueira. Desenvolveu-se na margem E/SE do Cráton São Francisco com direção NE-SW e se estende por aproximadamente 1400 km ao longo da costa SE do Brasil (Hasui *et al.*, 1975; Almeida 1977; Almeida *et al.*, 1981; Campos Neto 2000; Trouw *et al.*, 2000; Heilbron *et al.*, 2004a, b, 2008), sendo uma das faixas orogênicas geradas no sistema de orogêneses Neoproterozóica/Paleozóica Brasileiro/Panafricano. A faixa consiste de um complexo cinturão de dobramentos, falhas reversas e empurrões, que guarda lascas de rochas arqueanas, paleoproterozóicas e mesoproterozóicas associadas ao embasamento da Faixa Ribeira e que foram retrabalhadas durante este evento, com os últimos estágios tectônicos alcançando o Ordoviciano, desenvolvidos na margem E/SE do Cráton São Francisco. Mais ao sul da plataforma sulamericana ocorre a transição para a faixa móvel Dom Feliciano, parcialmente recoberta por sedimentos e rochas Fanerozóicas relacionadas à Bacia do Paraná. Ao norte há uma transição para a faixa móvel Araçuaí, que assume a direção predominante N-S. A SW, no sul do Estado de Minas Gerais, a Faixa Ribeira de direção NE/SW se superpõe a faixa móvel Brasília de direção N/S, com sua evolução antecedendo a evolução da Faixa Ribeira, caracterizando numa região de interferência entre estas duas faixas móveis (Trouw *et al.*, 1994).

A Faixa Ribeira é resultado da colisão entre os Paleocontinentes São Francisco, Congo e a microplaca Serra do Mar, envolvendo uma série de arcos magmáticos e/ou arcos

insulares, como o Arco magmático Rio Negro, no segmento central da Faixa Ribeira (Tupinambá *et al.*, 1998).

Em geral, todos os modelos evolutivos da Faixa Ribeira compreendem uma subducção para ESE do paleocontinente São Francisco sob o Arco do Rio Negro, com a geração de uma sucessão de movimentos transpressivos durante o evento compressional com alto grau de obliquidade (Heilbron *et al.*, 1995; Vauchez *et al.*, 1994) que sugerem a existência de uma massa resistente (O Cratón do São Francisco) gerando grandes transcorrências oblíquas.

A Faixa Ribeira se compartimenta tectonicamente em várias lascas e pedaços de terrenos tectono-estratigráficos imbricados para W/NW, em direção ao Cratón do São Francisco, durante os eventos colisionais ao longo do Neoproterozóico/Paleozóico (0,85 a 0,48 Ga), gerando o cinturão de dobramentos Araçuai-Ribeira e a aglutinação do paleocontinente Gondwana Ocidental (Figura 2.2).

O segmento central da Faixa Ribeira compreende cinco terrenos tectono-estratigráficos (Heilbron *et al.*, 2004, 2008): Ocidental (domínios Autóctone, Andrelândia e Juiz de Fora), Terrenos Paraíba do Sul (domínio Paraíba do Sul) e Embu (Complexo Embu), Terreno Oriental (domínios Cambucí, Italva e Costeiro), Terreno Cabo Frio (domínio Cabo Frio).

A aglutinação Neoproterozóica/Cambriana desses terrenos é marcada por uma zona de sutura denominada Limite Tectônico Central (LCT) e se estende desde São Paulo até a transição para a Faixa Araçuai na região de Itaperuna -RJ com orientação NE/SW.

Neste trabalho será abordado apenas o Terreno Embu (ou Complexo Embu), aonde se localiza a área de estudo.

O Complexo Embu, originalmente definido por Hasui (1975) e Hasui & Sadowski (1976), ocorre como uma faixa contínua de direção NE-SW, estendendo-se do Rio de Janeiro até a divisa de São Paulo com o Paraná. É limitado a sul pela falha de Cubatão, e, a norte, pelas falhas de Taxaquara, Jaguari e Monteiro Lobato (Hasui *et al.*, 1980).

Fernandes *et al.*, (1990), identificaram nesse complexo, duas unidades de metassupracrustais neoproterozóicas e núcleos do embasamento que os mesmos sugeriram da idade arqueana a eoproterozóica.

No que se refere à cobertura supracrustal, o Complexo Embu é dividido em duas associações litológicas: A unidade inferior denominada Rio Guaripu, é constituída de sillimanita-muscovita-biotita gnaiss/xisto, localmente com granada e/ou turmalina, muscovita-biotita gnaiss fino, com diversas intercalações de lentes de rochas calcissilicáticas, quartzitos micáceos, e, raramente, mármore e anfibolito. A unidade superior, denominada de Rio Paraitinga, aflora a norte do Granito Campo Alegre e apresenta uma constituição litológica semelhante à unidade inferior. Porém, além das freqüentes intercalações de rochas calcissilicáticas e quartzitos, agora mais espessos, ocorrem ainda nessa unidade, camadas de estauroлита-muscovita-biotita xisto, granada-hornblenda-biotita gnaiss fino e raras lentes de tremolita xisto. Ocorrem ainda intercalados nos gnaisses xistosos desta unidade, níveis concordantes e centimétricos de turmalinitos, que podem sugerir uma natureza vulcanosedimentar (Pereira, 2001). Semelhante ao encontrado nas rochas do Grupo Paraíba do Sul, a sillimanita (fibrolita) co-existe com a muscovita, porém a presença de estauroлита em pelitos do topo da Unidade Rio Paraitinga pode indicar metamorfismo um pouco mais baixo, ainda dentro da fácies anfibolito.

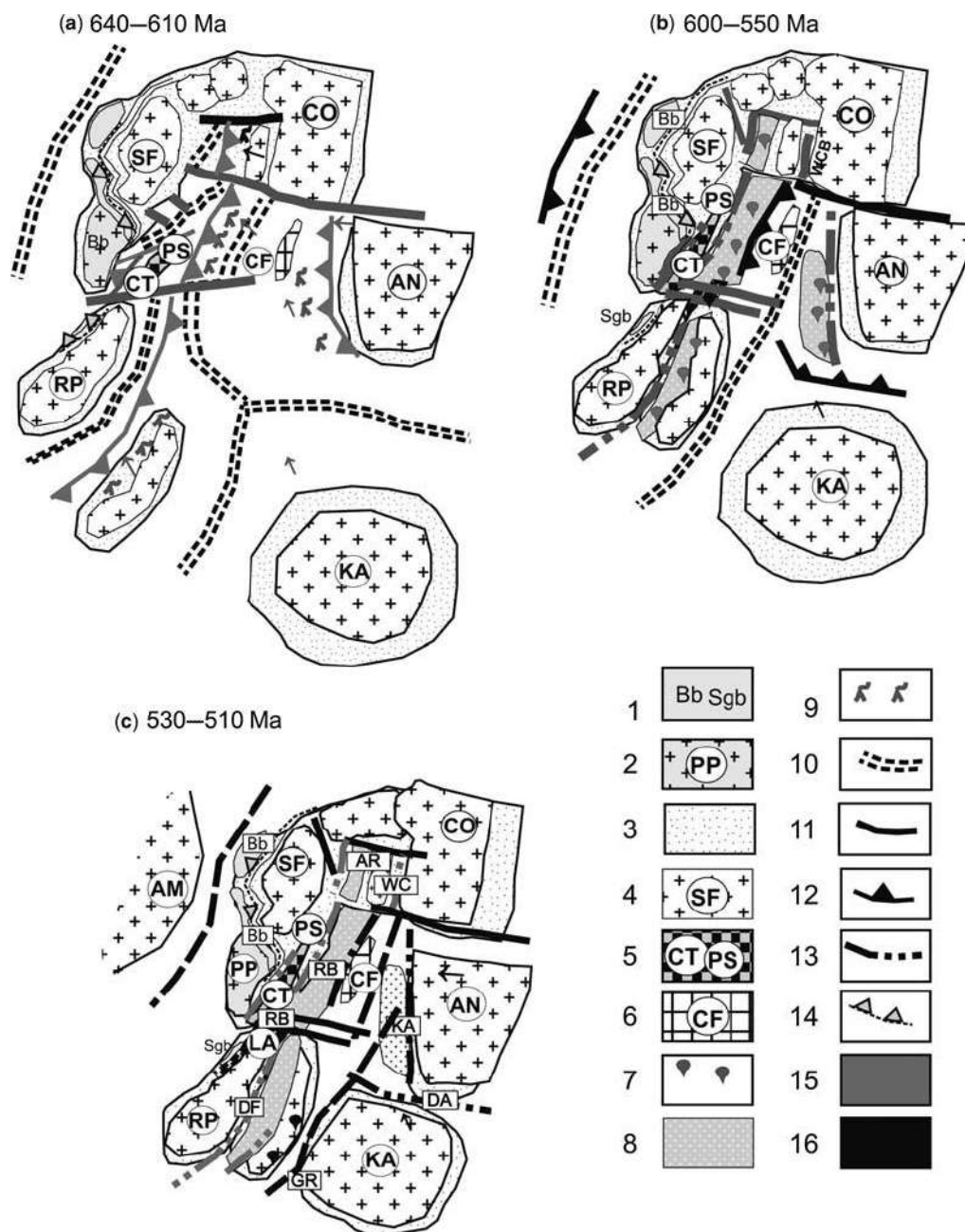


Figura 2.2: Evolução tectônica da porção sul/ sudeste do Brasil e da porção oeste da África. (a) 640–600 Ma Período pré-colisional da Faixa Ribeira, (b) 600 e 550 Ma 1ª Colisão da Faixa Ribeira, (c) 530–510 Ma. 2ª Colisão da Faixa Ribeira; 1, Anterior aos cinturões de 630 Ma (Brasília e São Gabriel); 2, Cráton Paranapanema; 3, Margem passiva e retrabalhada do cratón; 4, Crátons (SF, São Francisco; CO, Congo; AN, Angola; LA, Luís Alves; RP, Rio de la Plata; Ka, Kalahari); 5, Terrenos Paraíba do Sul–Curitiba; 6, Terreno Cabo Frio; 7, Granitóides sin a tardi-colisionais; 8, Terrenos de arco magmático; 9, Granitóides pré-colisionais (relacionado a subducção); 10, Dorsal meso-oceânica; 11, Zonas de falhas transformantes; 12, Zona de subducção; 13, Zona de colisão (zona de sutura); 14, suturas entre 640–610; 15, Episódios colisionais entre 605–550 Ma e 580–550 Ma; 16, Colisões entre 530–510 M (Heilbron *et al.*, 2008).

3 - GEOLOGIA LOCAL

3.1 - UNIDADES DE MAPEAMENTO

No que se refere às unidades metassedimentares mapeadas neste trabalho, suas características mineralógicas e texturais se assemelham em grande parte com as rochas descritas por Fernandes *et al.*, 1990, para a unidade inferior do Complexo Embu denominada Rio Guaripu. Estas foram divididas em duas associações, uma incluindo rochas localmente migmatíticas de textura predominantemente xistosa, com presença de sillimanita e granada (Granada-sillimanita-biotita xisto migmatítico), e outra representada por rochas de textura predominantemente gnáissica (Biotita paragneisse migmatítico). As duas associações apresentam intercalação de rochas calcissilicáticas, quartzitos e/ou lentes de anfíbolitos.

3.1.1 - Granada-sillimanita-biotita xisto migmatítico

ASPECTOS DE CAMPO

Corresponde à rochas de textura xistosa, composta essencialmente por quartzo, biotita e muscovita, podendo apresentar sillimanita, granada e pouco feldspato (<15%). É a unidade aflorante na maior parte da área de estudo, geralmente em cortes de estrada, neste caso, muito alteradas e de coloração avermelhada (Foto 1).

Quando aflorante em cachoeiras ou lajedos próximos a riachos, ocorre bem preservada e com uma coloração escura (preta) devido à biotita em sua matriz (Foto 2).

Localmente possui textura migmatítica, com estruturas tipo *schlieren* e nebulítica. Em campo observou-se leucossomas quartzo-feldspáticos de granulação média a grossa, com espessura variando de 1 a 30 cm, ocorrendo predominantemente paralelos à foliação S_n .

Cristais de sillimanita (variação fibrolita) paralelos à foliação S_n foram observados em cortes de estrada com afloramentos saprolitizados, porém em afloramentos bem preservados este mineral não foi observado em amostras de mão.

Ocorre intrudida por diques graníticos leucocráticos, brancos, de granulação média a grossa, com ou sem muscovita e/ou turmalina, associados à unidade “Batólito Serra do Quebra-Cangalha” (Foto 3).

Encontra-se intercalada a lentes ou camadas centimétricas a decimétricas de rochas calcissilicáticas esverdeadas (Foto 8) e/ou quartzitos puros, finos a médios.

Esta unidade metassedimentar é afetada por todas as fases de deformação identificadas neste mapeamento, em geral apresentando a foliação S_n como principal estrutura (Vide Item 4).



Foto 1 - Biotita-sillimanita xisto alterado, com lentes/veios leucossomáticos quartzo-feldspáticos indicativos de fusão parcial. Observar a foliação S_n sub-vertical marcada pelos leucossomas no canto esquerdo da foto. Escala: lápis, 10cm. Ponto FG-77.



Foto 2 - Biotita xisto migmatítico, em lajedo sob uma cachoeira, com leucossomas quartzo-feldspáticos apresentando dobras paralelas/subparalelas à foliação. O martelo está posicionado paralelamente à foliação S_n . Escala: martelo, 30 cm. Ponto FG-106.



Foto 3 - Dique de leucogranito intrudindo bioita-xisto, em lajedo sob uma cachoeira, com leucossomas quartzo-feldspáticos também truncados. A foliação é paralela aos leucosomas. Escala: martelo, 30cm . Ponto FG-106.

PETROGRAFIA

A rocha é um xisto, com índice de cor variando de 5 a 20 %, e granulação fina a média.

Possui textura granolepidoblástica, evidenciada pelos cristais de biotita e muscovita bem orientados segundo a foliação tectônica, intercalados a seções com grãos de quartzo bem desenvolvidos, chegando a 2 mm de comprimento (Fotos 4a e 4b).

Sua composição modal (foram analisadas 5 lâminas) é dada pela associação quartzo (20-75%) + biotita (5-20%) + muscovita (5-20%), por vezes apresentando granada (5%) ou turmalina como mineral acessório (Fotos 5a e 5b). Sericita também é encontrada como resultado da alteração parcial ou total de cristais de muscovita.

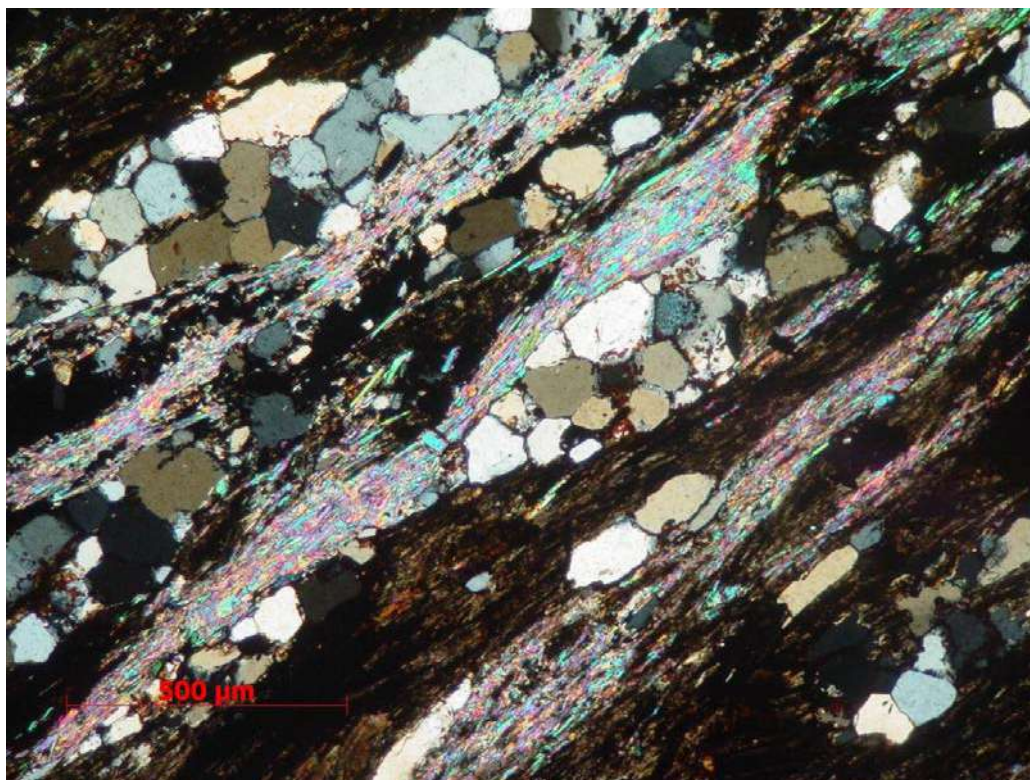


Foto 4a: Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis cruzados. Observa-se a textura granolepidoblástica marcada pelos cristais de biotita, muscovita e quartzo, paralelos à foliação S_n . Lâmina FG-368-D.

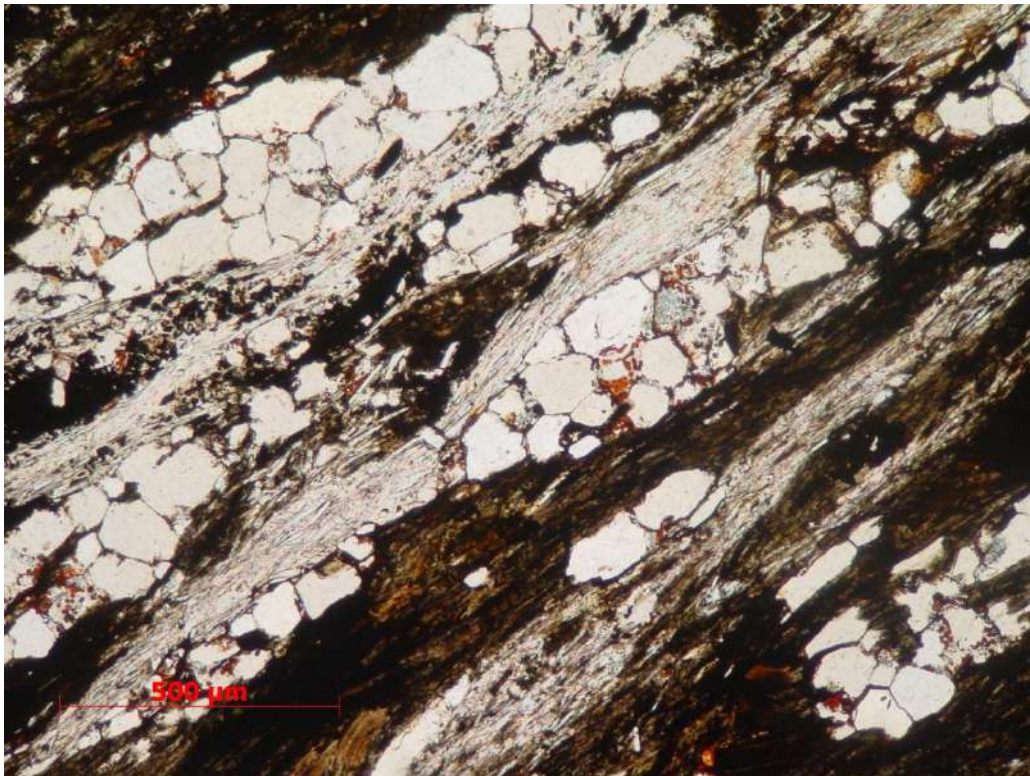


Foto 4b: Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis paralelos. Lâmina FG-368-D.

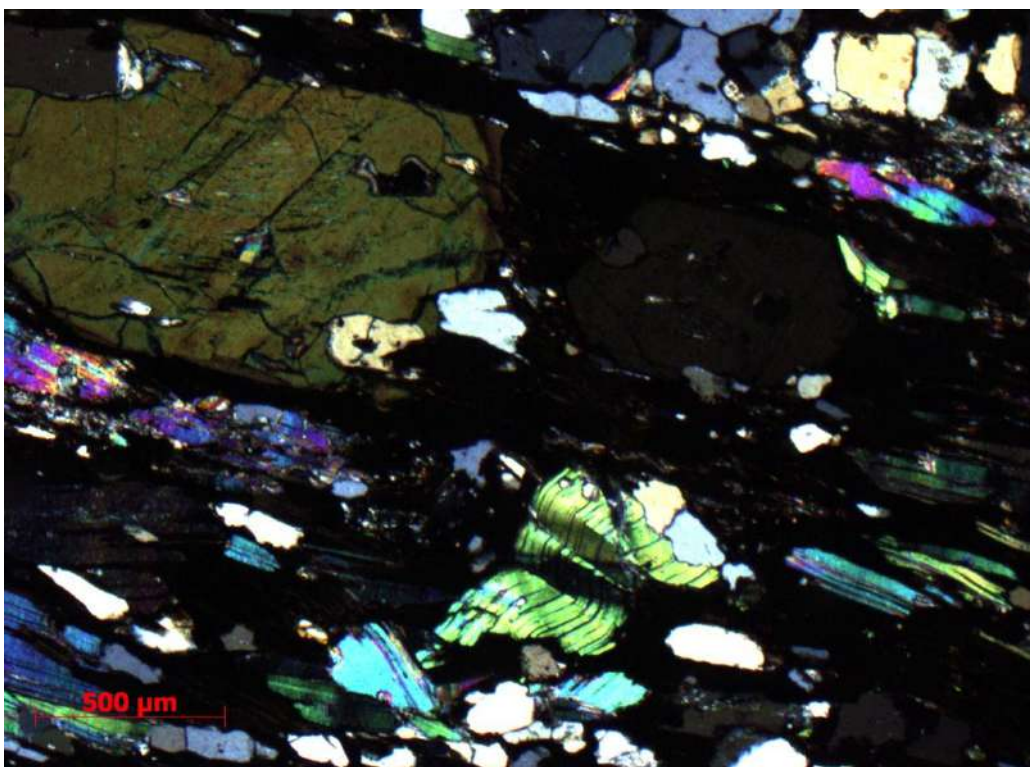


Foto 5a: Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis cruzados, com destaque para o cristal de turmalina no canto noroeste da foto, e um cristal de muscovita com dobras tipo *kink band*. Lâmina FG-74-1.

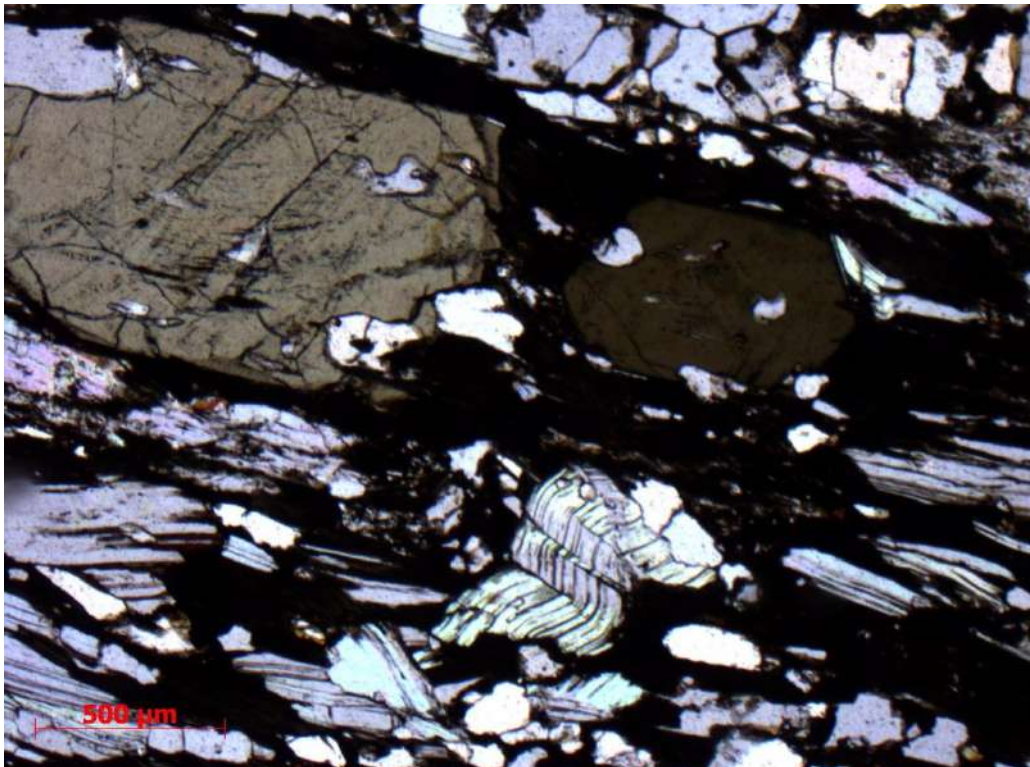


Foto 5b: Fotomicrografia do biotita-xisto em nicóis paralelos, com destaque para o cristal de turmalina no canto noroeste da foto, e um cristal de muscovita com dobras tipo *kink band*. Lâmina FG-74-1.

O quartzo ocorre como cristais de hábito granular, inequigranulares, hipidiomórficos, de granulação fina a média, apresentando bordas poligonalizadas e frequente extinção ondulante.

A biotita ocorre como grãos lamelares, com granulação fina a média.

Cresce preferencialmente de acordo com a foliação tectônica, e ocorre tanto em interstícios entre cristais de quartzo, como em aglomerados monominerálicos.

A muscovita ocorre de forma idêntica à biotita, estando sempre associada à este mineral. Pode ocorrer deformada, com dobras tipo *kink band* (Fotos 6a e 6b)

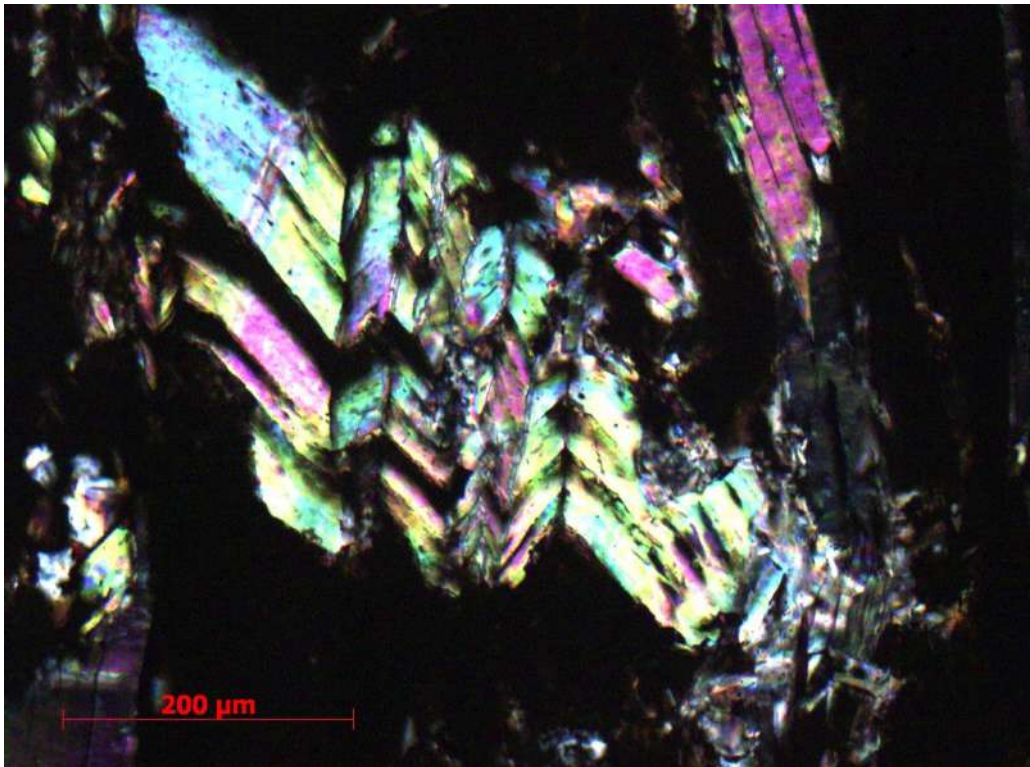


Foto 6a: Fotomicrografia de biotita-xisto visto em nicóis cruzados, com destaque para o cristal de muscovita crenulado por Sn, formando micro-dobras do tipo *kink band*. Lâmina FG-74-1.

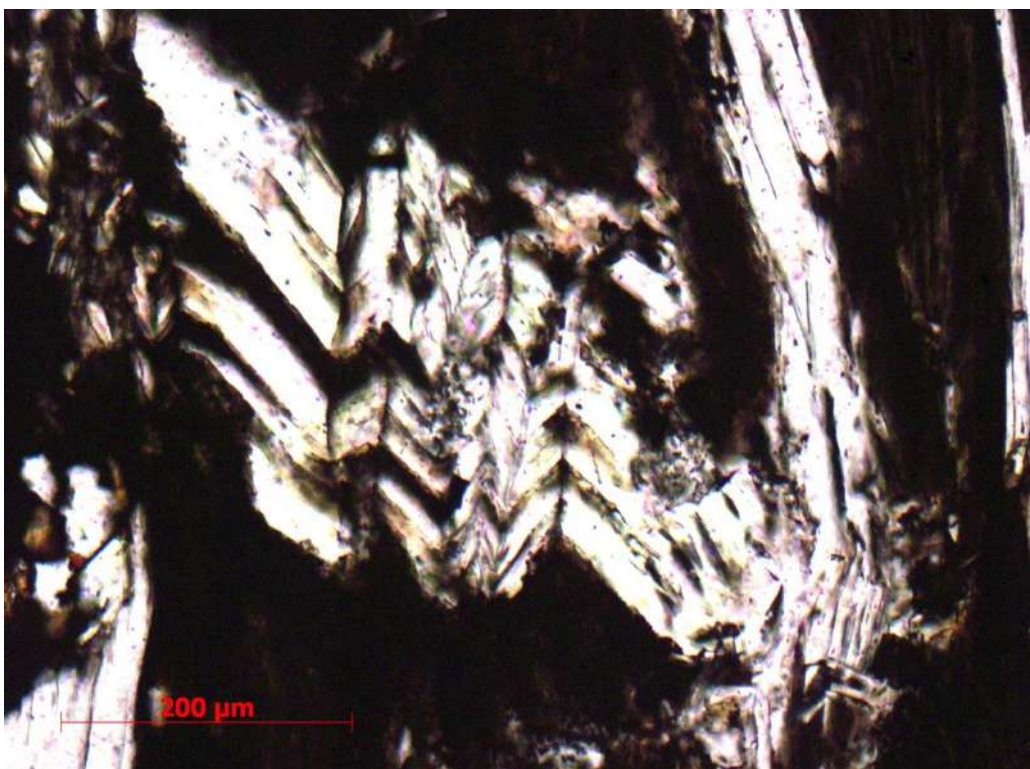


Foto 6b: Fotomicrografia de biotita-xisto visto em nicóis paralelos, com destaque para o cristal de muscovita crenulado por Sn, formando micro-dobras do tipo *kink band*. Lâmina FG-74-1.

Granada, quando presente, ocorre como cristais de hábito granular, de 1 a 4 mm, frequentemente fraturados, podendo possuir inclusões de quartzo e/ou sillimanita (Fotos 7a e 7b).

Nas lâminas descritas, o mineral sillimanita (fibrolita) ocorre apenas como inclusões menores que 1 mm em granadas .

Foram observados ainda, nas lâminas FG-368-B-R e FG-368-A-R, pseudomorfos de cristais de andaluzita totalmente substituídos por sericita e muscovita.



Foto 7a: Fotomicrografia do cristal de granada em biotita xisto, visto em nicóis cruzados. Observa-se as inclusões de sillimanita (fibrolita), blindadas pela granada. É possível observar a foliação S_n defletindo no cristal de granada. Lâmina FG-368-B-R.



Foto 7b: Fotomicrografia do cristal de granada em biotita xisto, visto em nicóis paralelos. FG-368-B-R.



Foto 8: Biotita-paragneisse em contato com ortogneisse porfirítico (canto noroeste da foto), e possuindo lente de rocha calcissilicática (centro da foto). Escala: caneta ,12cm. Ponto FG-106.

3.1.2 - Biotita-paragnaisse migmatítico

ASPECTOS DE CAMPO

A definição desta unidade foi motivo de controvérsia em certos momentos do trabalho de mapeamento em virtude da grande semelhança, principalmente quando em bom estado de preservação, com a unidade metassedimentar xistosa (Biotita-xisto migmatítico) (Foto 13). Depois de analisados diversos afloramentos, e identificadas texturas gnáissicas distintas da unidade biotita-sillimanita xisto, foi definido que esta unidade seria diferenciada da anterior.

Ocorre como “lentes” na escala deste mapeamento, dentro da unidade anterior, possuindo uma textura gnáissica e um bandamento composicional bem evidente em alguns afloramentos relativamente bem preservados.

Em geral ocorre muito alterada quando encontrada em cortes de estrada, e é diferenciada da unidade biotita-sillimanita xisto pela presença de quantidades acima de 15% de plagioclásio (Fotos 11 e 12).

Assim como a unidade anterior, apresenta cristais de sillimanita(fibrolita) vistos apenas em amostras de mão.

Eventualmente podem ser encontradas, na forma de lentes ou finas camadas, rochas calcissilicáticas esverdeadas (Foto 8) e/ou quartzitos puros, finos a médios.

Quando presente em leitos de rios ou cachoeiras, ocorre preservada e muito semelhante à unidade biotita-sillimanita xisto, com exceção de bandamentos composicionais ora evidentes.

Possui, localmente, textura migmatítica, com leucossomas quartzo-feldspáticos de granulação média a grossa e espessura de 1 a 30 cm, concordantes à foliação, e texturas tipo *schlieren* e nebulítica. Também apresenta diques graníticos leucocráticos, de granulação média a grossa, com 5 a 50 cm de espessura, discordantes à foliação, associados à unidade “Batólito Serra do Quebra-Cangalha”.

PETROGRAFIA

A rocha é predominantemente um gnaiss, com índice de cor variando de 15 a 23% e granulação fina a média.

Possui textura porfiroblástica, com fenocristais de feldspato e quartzo. Sua composição modal (foi analisada uma lâmina) é dada pela associação quartzo (40%) + plagioclásio (20,7%) + biotita (23%) \pm muscovita (9%) (Fotos 9a e 9b). Possuindo ainda, epidoto, clorita e opacos.

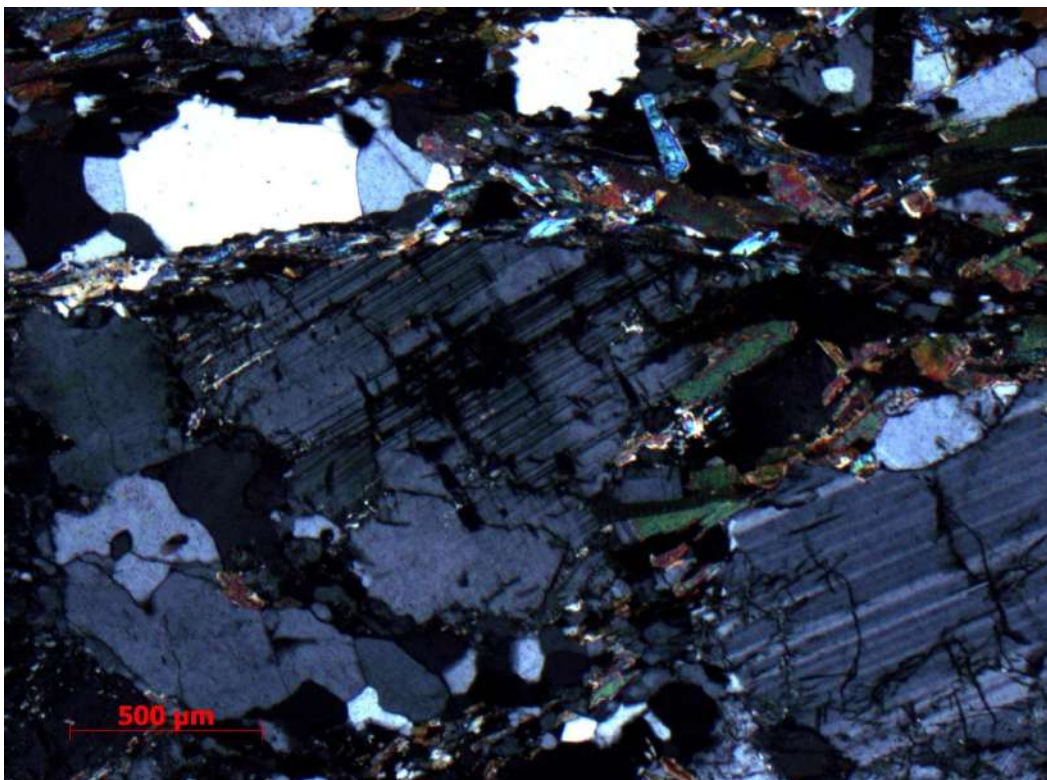


Foto 9a: Fotomicrografia de biotita paragnaisse, visto em nicóis cruzados. É possível observar a mineralogia principal da rocha, representada pelos cristais de plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita. Lâmina FG-259.



Foto 9b: Fotomicrografia de biotita paragnaisse, visto em nicóis paralelos. É possível observar a mineralogia principal da rocha, representada pelos cristais de plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita. Lâmina FG-259.

Grande parte dos cristais de feldspato (plagioclásio e alcali-feldspato) ocorrem parcial ou totalmente alterados para sericita.

O quartzo ocorre como cristais de hábito granular, hipidiomórficos, variando de 0,1 a 1 mm de comprimento. Alguns cristais possuem extinção ondulante. Ocorre presente na matriz da rocha, sendo seu principal mineral, e também como inclusões em cristais de plagioclásio.

O plagioclásio possui hábito granular a prismático, representado por cristais hipidiomórficos, variando de 0,3 a 1,5 mm de comprimento, possuindo geminação polissintética bem desenvolvida em grande parte dos cristais. Alguns cristais podem apresentar-se levemente alterados para sericita. Possui inclusões de quartzo, biotita, epidoto e opacos.

A biotita ocorre como cristais lamelares, presentes nos espaços entre os cristais de quartzo e plagioclásio, podendo ocorrer como inclusões dentro destes.

O epidoto ocorre como cristais granulares, menores que 1 mm de comprimento, com relevo alto e cores de interferência altas ($>3^{\text{a}}$ ordem). Ocorrem dispersos pela rocha, ou como inclusões em cristais de plagioclásio.

A muscovita é representada por cristais prismáticos, menores que 0,1 a até 0,5 mm, incolores e com cores de interferência altas. Ocorrem em geral junto às biotitas.

Clorita ocorre como resultado da alteração parcial de cristais de biotita e/ou muscovita.

As rochas calcissilicáticas ocorrem como lentes delgadas, alongadas segundo a foliação, e são compostas pela associação plagioclásio + epidoto + hornblenda + calcita \pm quartzo (Fotos 10a e 10b).

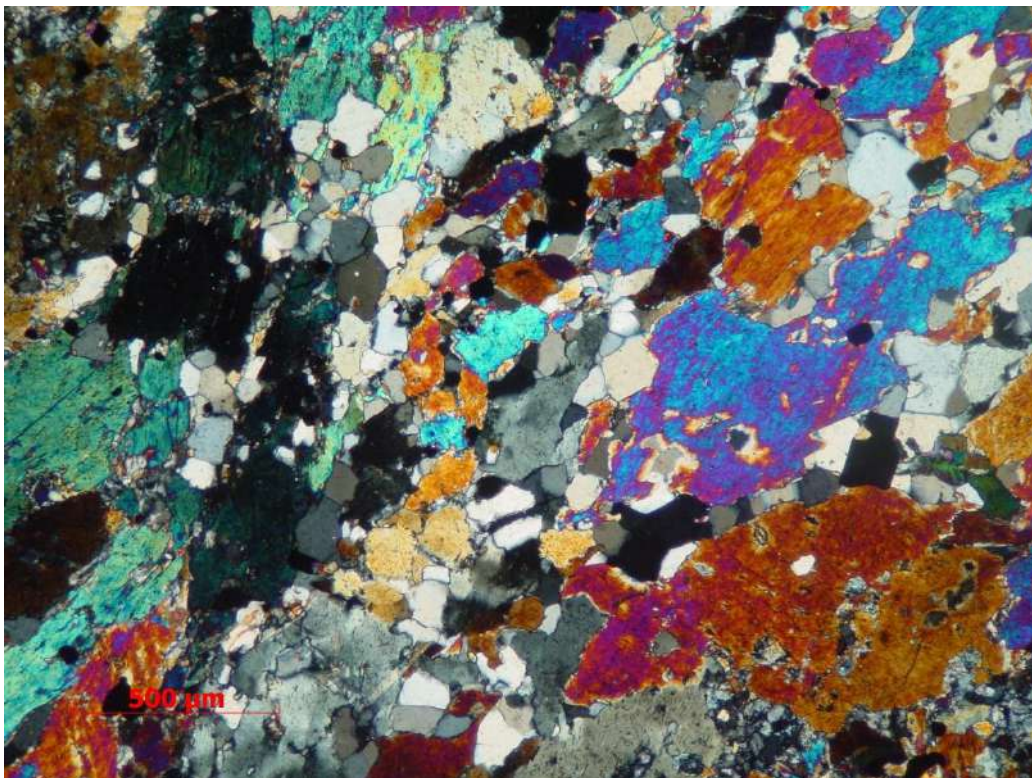


Foto 10a: Fotomicrografia de rocha calcissilicática presente dentro do biotita-xisto, visto em nicóis cruzados. É possível observar os cristais de epidoto e hornblenda com cores elevadas de interferência, cristais granulares de quartzo e alguns poucos cristais de plagioclásio. Lâmina FG-370-A-R.

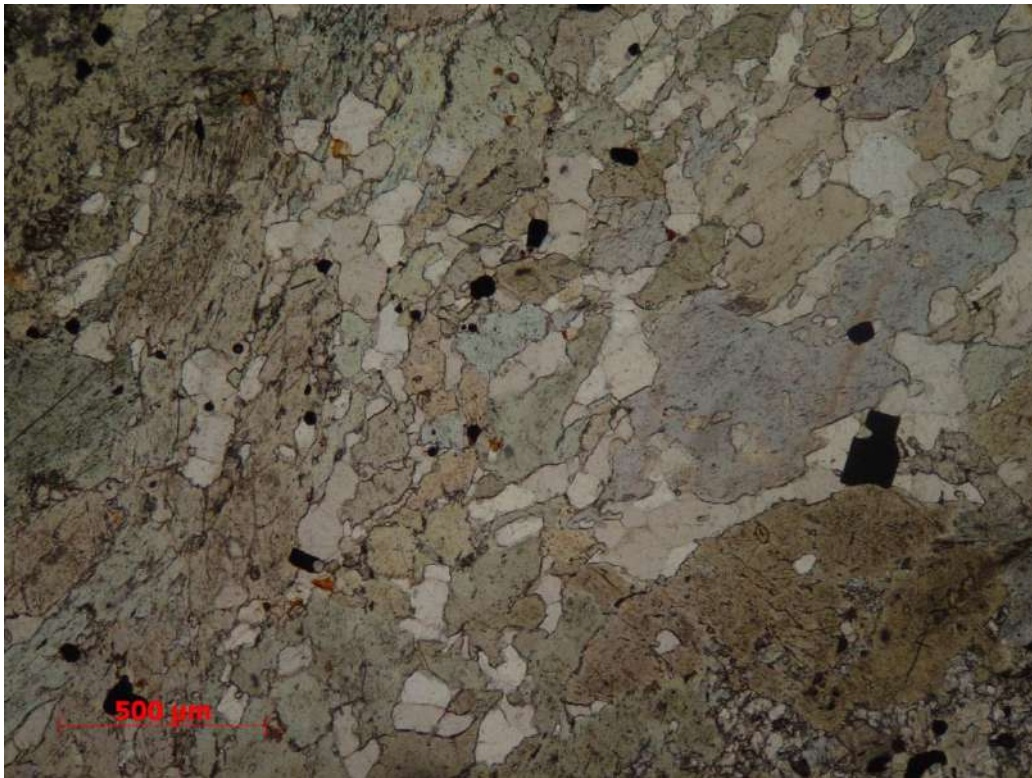


Foto 10b: Fotomicrografia de rocha calcissilicática presente dentro do biotita-xisto, visto em nicóis paralelos. Lâmina FG-370-A-R.

O epidoto ocorre como cristais granulares e prismáticos, hipidiomórficos, de granulação fina a média, crescendo entre os cristais de plagioclásio e quartzo.

A hornblenda ocorre na forma de cristais prismáticos, hipidiomórficos, variando de 0,5 a 1 mm de comprimento. Pode apresentar inclusões de quartzo e plagioclásio.

Esta unidade é afetada por todas as fases de deformação observadas na área de estudo (vide Item 4).



Foto 11: Biotita-paragnaisse, com destaque para o cristal de feldspato do centro da foto. Escala: lapiseira, 4cm. Ponto FG-06.



Foto 12: Biotita-paragnaisse, em elevado estado de alteração, porém ainda é possível observar o alto teor de feldspatos, diferenciando-a da unidade biotita-sillimanita xisto. Escala: lapiseira, 10 cm. Ponto FG-06.



Foto 13: Biotita-gnaiss migmatítico, em bom estado de preservação. Notar os leucossomas paralelos à foliação, e dobras apertadas com plano axial paralelo à foliação, associadas à D_n . Escala: marreta, 40cm. Ponto FG-144.

3.1.3. Biotita-ortognaiss porfirítico de composição granítica

ASPECTOS DE CAMPO

Esta unidade aflora no centro e na porção sudeste da área de estudo, compondo grande parte da serra do Quebra-Cangalha e adjacências. Aflora geralmente em grandes lajedos e/ou pequenas escarpas ao longo do trecho da rodovia SP-171 que atravessa a serra, bem como lajedos e blocos em cachoeiras, rios e morros pela área (Foto 16).

Ocorre intrudindo as unidades paraderivadas e intrudida por diques graníticos leucocráticos associados ao “Batólito Serra do Quebra-Cangalha” (Foto 14).



Foto 14 - Dique de leucogranito intrudindo biotita-ortogneisse porfirítico, em lajedo sob uma cachoeira. Escala: martelo, 30cm . Ponto FG-106.

É caracterizada por uma rocha de textura fanerítica porfirítica, de granulometria fina a média, com fenocristais de feldspato de até 7 cm de comprimento, e matriz composta essencialmente por quartzo, feldspato e biotita.

Apresenta em geral textura isotrópica, com pouca ou nenhuma deformação, exceto quando próximo ao contato com as encaixantes, quando pode apresentar foliação subvertical. Em zonas afetadas por cisalhamento, os fenocristais podem apresentar-se orientados de acordo com a foliação imposta (Foto 17).

Somente a fase deformacional D_{n+2} foi observada nas rochas desta unidade, sendo representada por zonas de cisalhamento milimétricas a centimétricas predominantemente destrais.

PETROGRAFIA

A rocha é um granitóide fanerítico porfirítico, apresentando textura gnáissica quando deformado. Possui índice de cor variando de 5 a 15% (leucocrática) e granulação fina a média.

Sua composição modal (foram analisadas duas lâminas) é representada pela associação quartzo (25-50%) + plagioclásio (20-35%) + K-feldspato (15-25%) + biotita (5-15%) \pm clorita (1-3%) (Foto 15a e 15b).

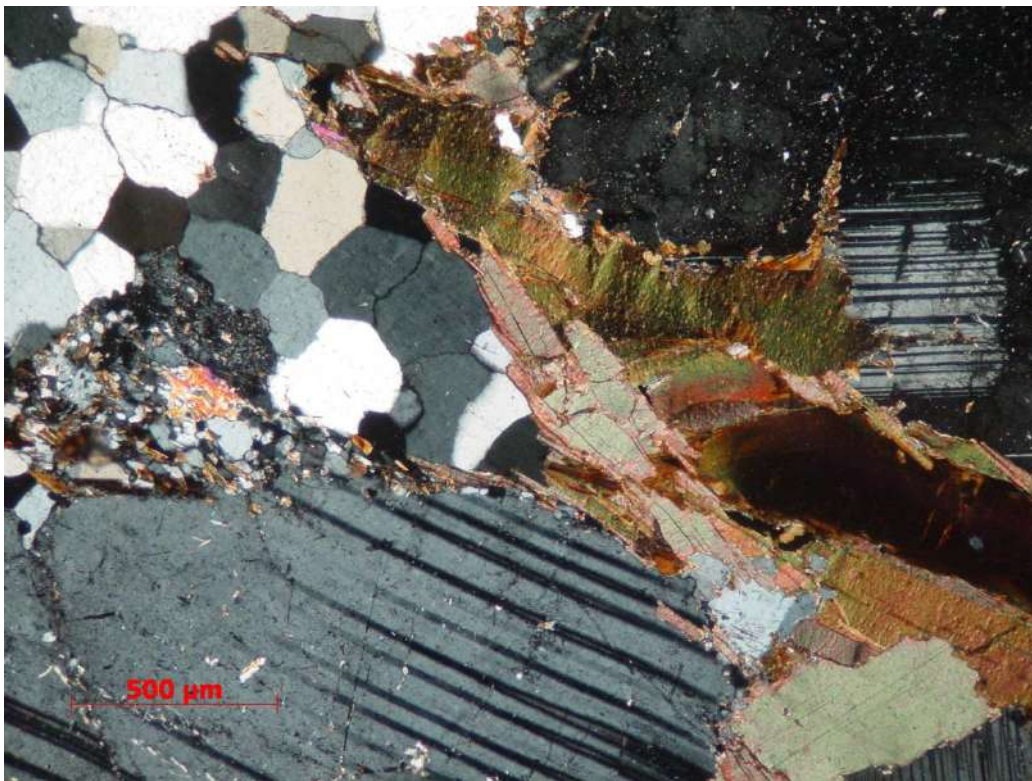


Foto 15a: Fotomicrografia de biotita-ortognaisse, visto em nicóis cruzados. É possível ver os cristais de plagioclásio com geminações polissintéticas, cristais de quartzo com contatos semi-poligonizados e cristais de biotita. Lâmina FG-269.

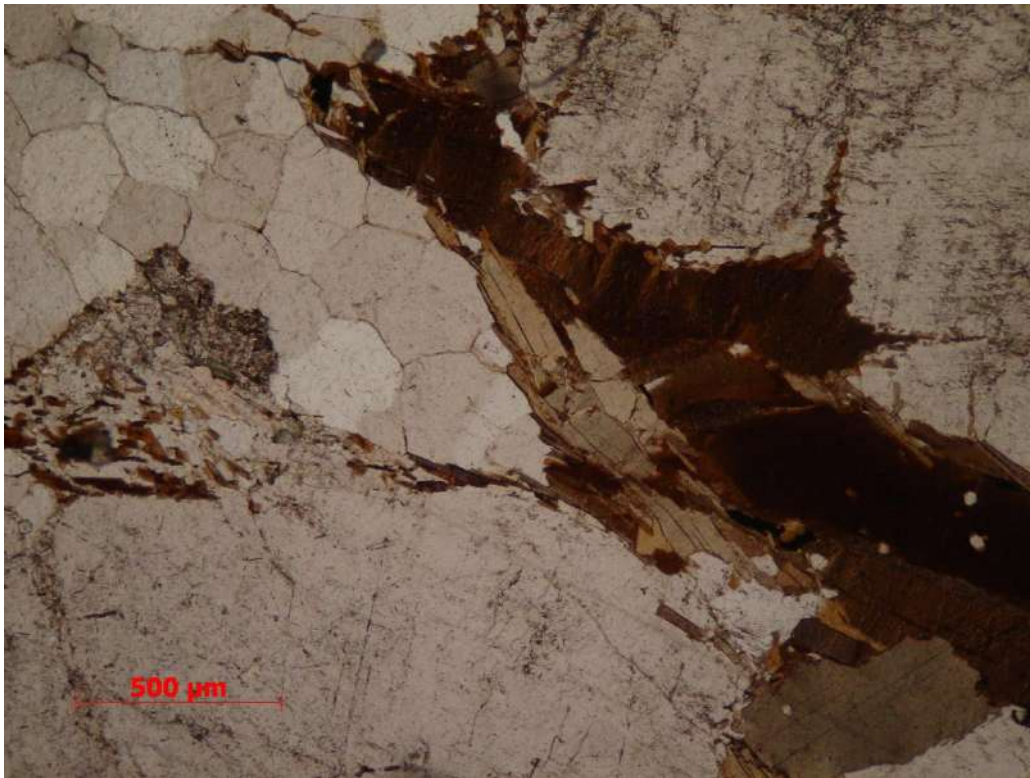


Foto 15b: Fotomicrografia de biotita-ortogneisse, visto em nicóis paralelos. Lâmina FG-269.

O quartzo ocorre como cristais hipidiomórficos, de hábito granular, por vezes com bordas poligonalizadas e extinção ondulante. Varia de 0,3 a 1,5 mm e pode estar incluso em plagioclásios. Ocorre disperso na matriz, e preenchendo os interstícios dos cristais de plagioclásio.

O plagioclásio é hipidiomórfico, em média de 2 a 10 mm, ocorrendo na matriz da rocha e como fenocristais de até 15 mm de comprimento. Possui geminação polissintética com maclas raramente deformadas e apresenta-se em grande parte alterado para sericita ou muscovitas retrometamórficas.

O K-feldspato é hipidiomórfico, de 2 a 5 mm, ocorrendo na matriz da rocha e também como fenocristais de até 15 mm. Possui geminação tipo *tartan* e inclusões de quartzo, biotita e plagioclásio. Apresenta-se alterado para sericita ou muscovitas retrometamórficas.

A biotita é hipidiomórfica, de hábito lamelar, variando de 0,1 a 2 mm, ocorrendo dispersa na matriz, sem orientação preferencial, exceto quando próximo a bandas de

cisalhamento, aonde adquire uma orientação paralela ao sentido de movimento.

A clorita ocorre como mineral secundário, substituindo parcial ou totalmente cristais de biotita. Preserva o mesmo hábito lamelar dos cristais substituídos.

A composição modal desta unidade, plotada no gráfico de Streckeisen (1976), forneceu composição granítica para as rochas descritas (Figura 3).

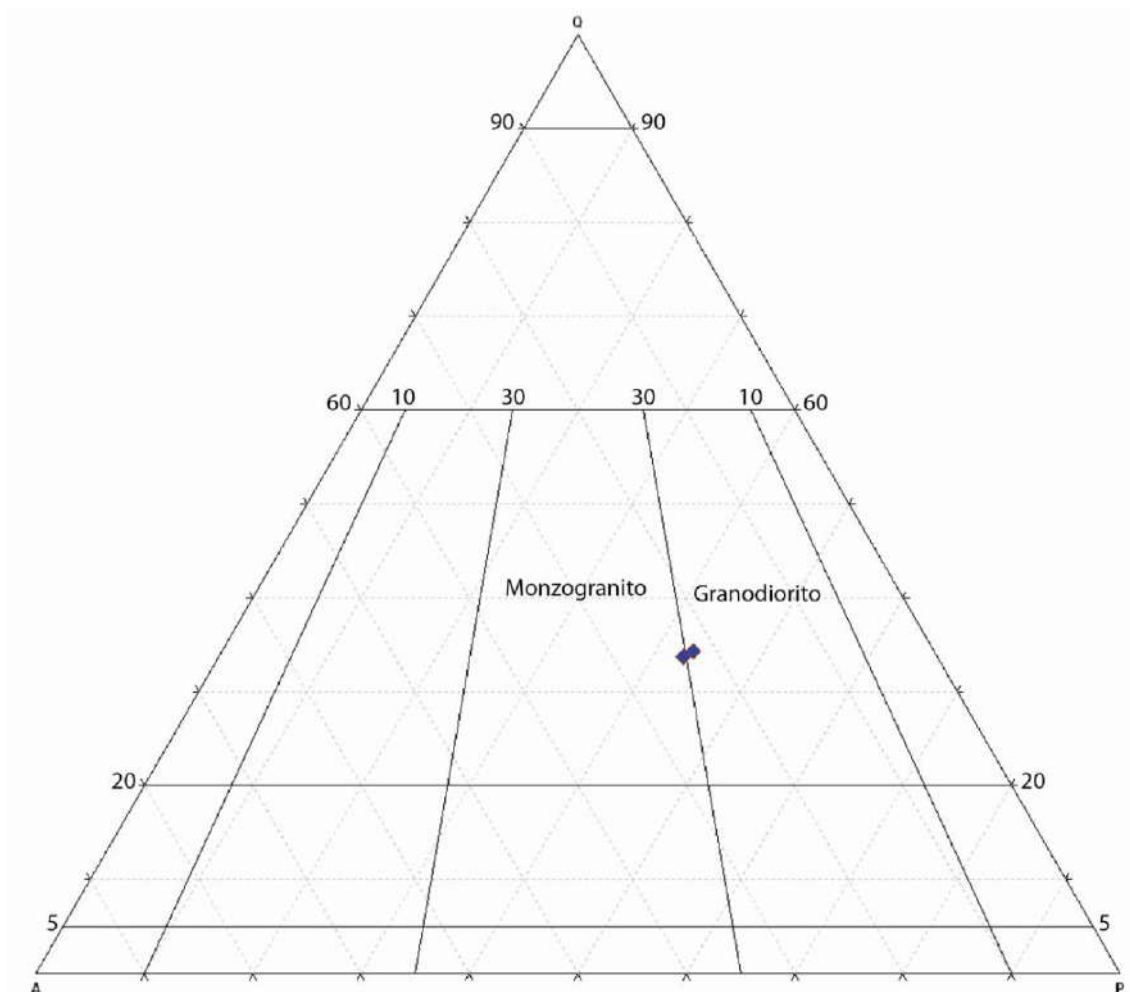


Figura 3: Plotagem da composição modal das lâminas FG-106_A_R e FG-269-R (biotita ortognaisse porfíritico) no diagrama QAP para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976. Q - Quartzo, A- álcali-feldspato, P- plagioclásio.



Foto 16: Bloco do biotita-ortognaisse porfirítico, com fenocristais de feldspato de até 7 cm de comprimento. Escala: martelo , 30cm.

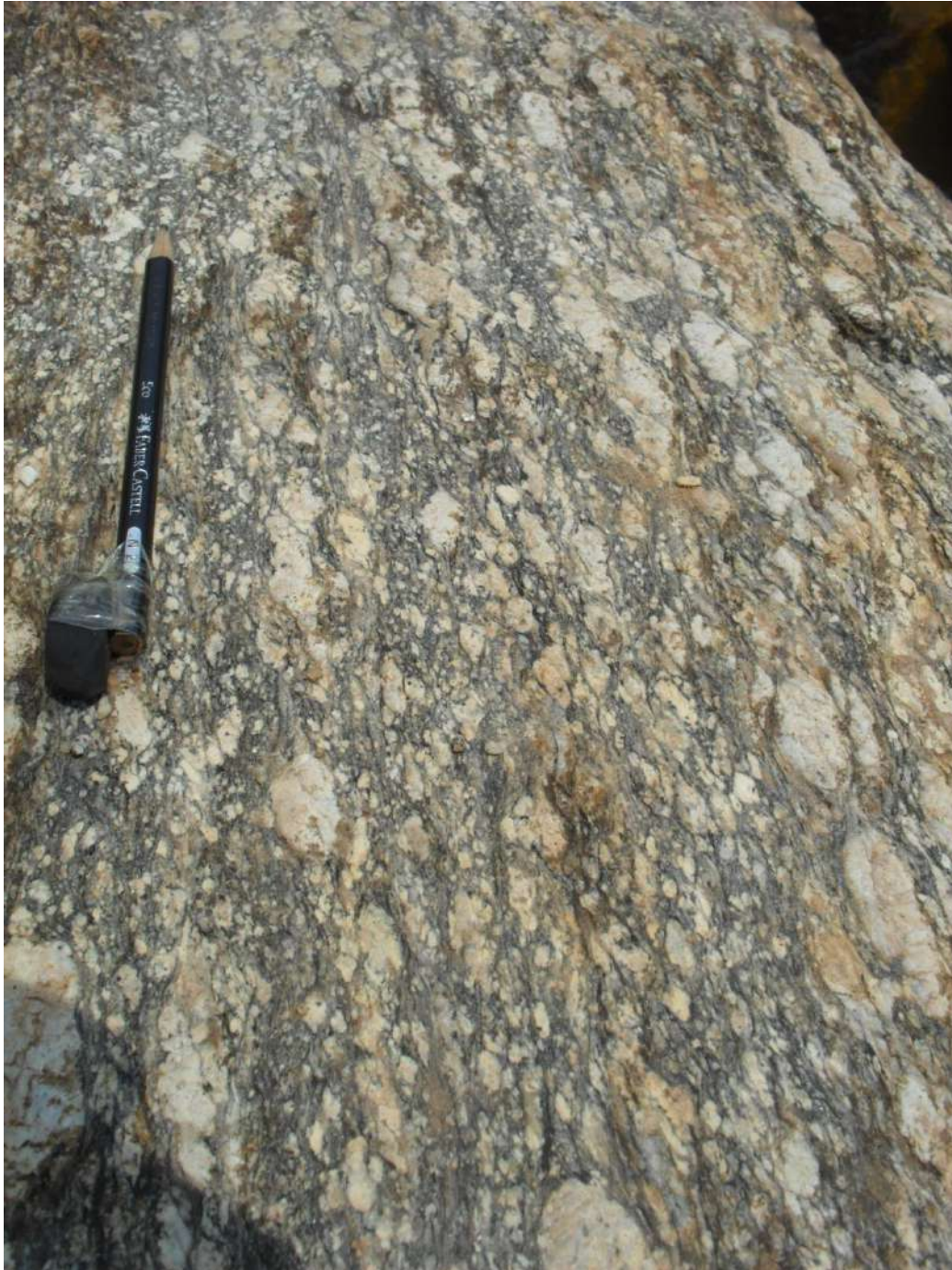


Foto 17: Biotita-ortogneiss aflorante em lajedo próximo a riacho, em zona afetada por cisalhamento. Notar a orientação paralela dos fenocristais de feldspato. Escala: lápis ,10cm. Ponto FG-106.

3.1.4 - Biotita-muscovita granito leucocrático (“Batólito Serra do Quebra-Cangalha”)

ASPECTOS DE CAMPO

Esta unidade aflora na serra do Quebra-Cangalha, sendo denominada em trabalhos anteriores como “Batólito Serra do Quebra-Cangalha” (Alves, 2009).

Sua forma de aflorar é através de cortes de estrada ao longo da rodovia que atravessa a serra, lajedos e barrancos alterados ao longo de morros, cachoeiras e rios (Foto 18). O solo proveniente desta unidade tem coloração esbranquiçada, e textura argilosa.



Foto 18: Leucogranito alterado aflorante em barranco dentro de fazenda. dos fenocristais de feldspato. Possui uma fraca foliação incipiente. Escala: Cabeça de martelo, 15cm. Ponto FG-60.

É caracterizada por uma rocha branca, inequigranular, de textura isotrópica, com variações granulométricas entre fina e muito grossa (Foto 20). Não possui deformação visível, exceto quando muito próximo a contatos ou zonas afetadas por cisalhamento, em que pode ser observada foliação subvertical incipiente. Tem como mineralogia principal a associação quartzo + feldspato + biotita + muscovita \pm titanita.

Ocorre intrudindo as unidades anteriores na forma de diques graníticos leucocráticos, de granulação fina a média, centimétricos a decimétricos, com ou sem muscovita e/ou turmalina (Fotos 3, 14 e 19).



Foto 19: Leucogranito com turmalina intrudindo biotita-gnaiss. Observa-se o truncamento da foliação S_n presente no biotita-gnaiss. Escala: GPS, 12cm. Ponto FG-143.



Foto 20: Amostras representando a variação granulométrica encontrada nas rochas do leucogranitóide. Escala: 7 cm. Ponto FG-29.

PETROGRAFIA

A rocha possui textura inequigranular fanerítica, isotrópica, com índice de cor variando de 5 a 10% (leucocrática) e granulação fina a média.

Apresenta como mineralogia modal (foi analisada uma lâmina), a associação mineral: quartzo + plagioclásio + K-feldspato + biotita \pm muscovita \pm titanita. Como minerais acessórios foram identificados: zircão, rutilo, calcita e opacos (Fotos 21a e 21b).

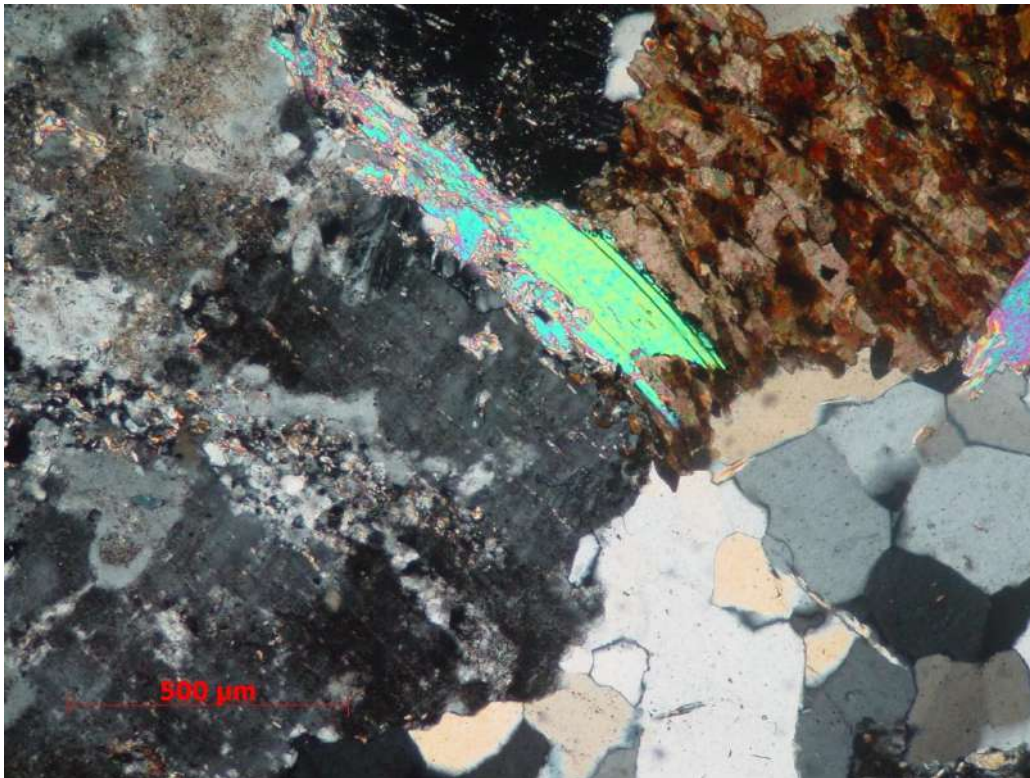


Foto 21a: Fotomicrografia de leucogranito, visto em nicóis cruzados. É possível observar os cristais de plagioclásio parcialmente alterados, apresentando muscovitas retrometamórficas. Observa-se também cristais de quartzo com bordas semi-poligonalizadas e cristais de biotita submilimétricos. Lâmina FG-83.



Foto 21b: Fotomicrografia de leucogranito, visto em nicóis paralelos. É possível observar os cristais de plagioclásio parcialmente alterados, apresentando muscovitas retrometamórficas. Observa-se também cristais de quartzo com bordas semi-poligonalizadas e cristais de biotita submilimétricos. Lâmina FG-83.

O quartzo ocorre como cristais granulares, xenomórficos a hipidiomórficos, de 0,3 a 1,7 mm de comprimento e com extinção ondulante. Suas bordas variam de poligonais a onduladas. Ocorre como “vermes” em intercrescimentos mirmequíticos e como inclusões em plagioclásio, microclina e titanita.

O plagioclásio é hipidiomórfico, de hábito prismático, com cerca de 0,5 a 2,5 mm de comprimento. Alguns cristais apresentam extinção ondulante, e intercrescimentos mirmequíticos quando em contato com cristais de microclina. Possui geminação polissintética com maclas deformadas. Alguns cristais ocorrem parcialmente substituídos por sericita.

A microclina possui hábito prismático, é hipidiomórfica, variando de 0,5 a 3 mm, com geminação *tartan* característica. Apresenta impurezas que escurecem o cristal quando visto em nicóis paralelos, e intercrescimentos mirmequíticos quando em contato com cristais de plagioclásio. Sericita ocorre substituindo parcial ou quase que totalmente alguns cristais.

Os cristais de biotita possuem hábito prismático ou lamelar, são hipiomórficos, variando de 0,5 a 2 mm de comprimento. Ocorre nos espaços entre os cristais de quartzo, microclina e plagioclásio. Alguns cristais ocorrem parcial ou totalmente substituídos por clorita. Não possui nenhuma orientação preferencial na rocha.

A muscovita é hipidiomórfica, com hábito prismático, de 0,5 a 2 mm de comprimento. Ocorre como retrometamorfismo de cristais de feldspato.

Os cristais de titanita ocorrem com hábito granular, xenomórficos, variando de 0,2 a 1,2 mm, dispersos na matriz. Apresentam inclusões de quartzo e opacos.

Sua composição modal, plotada no gráfico de Streckeisen (1976), forneceu composição monzogranítica para a unidade, de acordo com a lâmina FG-83 descrita (Figura 4).

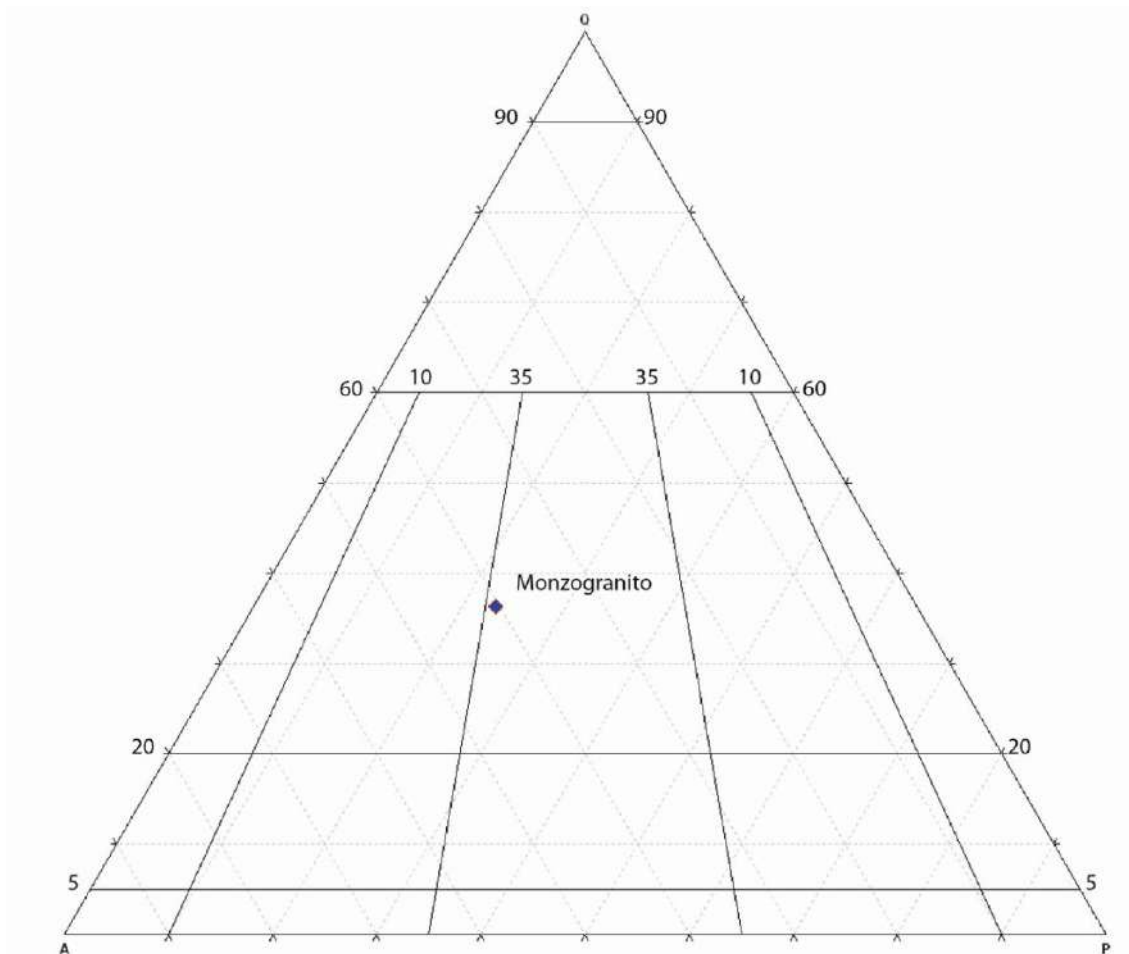


Figura 4: Plotagem da composição modal da lâmina FG-83 (biotita-muscovita granito leucocrático) no diagrama QAP para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976. Q - Quartzo, A- álcali-feldspato, P- plagioclásio.

3.1.5 - Plúton granítico (Granito Aparecida)

ASPECTOS DE CAMPO

Esta unidade ocorre na porção oeste da área de mapeamento, aflorante sob a forma de lajedos em morros ou em cortes de estrada.

É representada por uma rocha mesocrática, inequigranular porfírica, com matriz composta por quartzo + feldspato + biotita, e fenocristais hipiomórficos de feldspato com até 3 cm de comprimento. Não possui foliação, sendo sua textura totalmente isotrópica.

Apresenta enclaves arredondados , centimétricos a decimétricos, de uma rocha máfica não identificada.

Em mapa, apresenta-se como um corpo aproximadamente oval, de contatos discordantes com a foliação regional.

PETROGRAFIA

A rocha possui textura inequigranular, fanerítica, leucocrática (I.C. 13%) e granulação média a grossa.

Apresenta como mineralogia modal (foi analisada uma lâmina) a associação mineral k-feldspato (39,3%) + plagioclásio (26%) + quartzo (18,5%) + biotita (10,6%) + clorita (3%) (Fotos 22a e 22b). Apresenta como minerais acessórios, titanita, apatita, zircão e opacos.

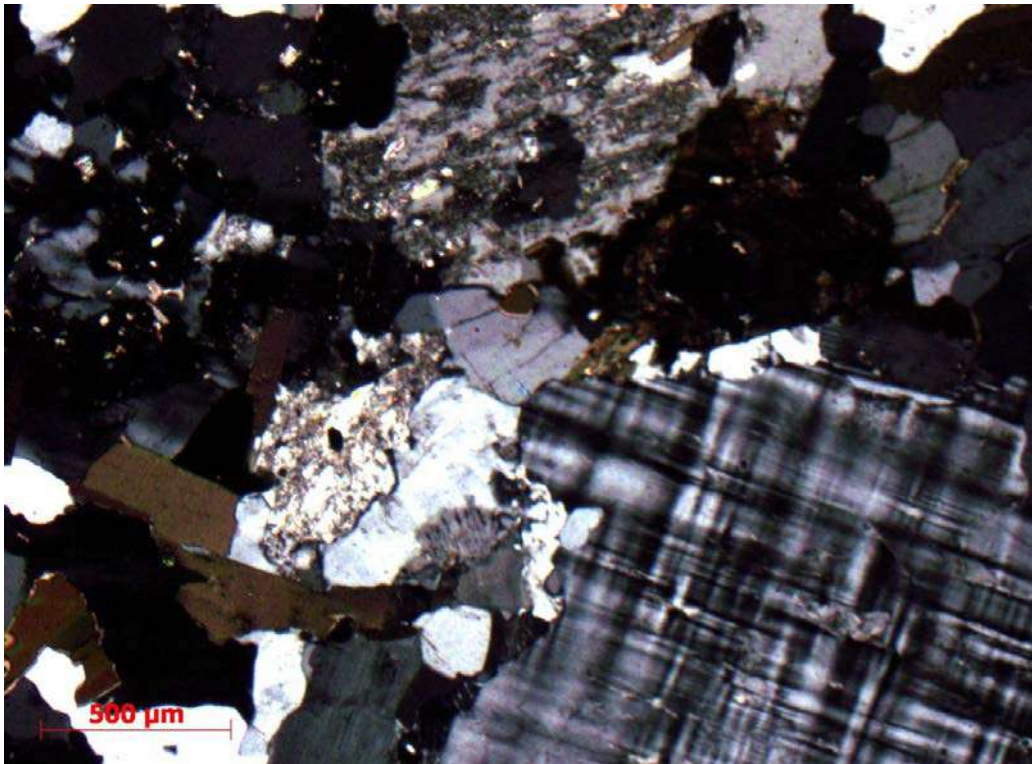


Foto 22a: Fotomicrografia do granito Aparecida, visto em nicóis cruzados. Observa-se a mineralogia principal da rocha, evidenciada pelos cristais de k-feldspato, plagioclásio, biotita e quartzo. Lâmina FG-225.



Foto 22b: Fotomicrografia do granito Aparecida, visto em nicóis paralelos. Observa-se a mineralogia principal da rocha, evidenciada pelos cristais de k-feldspato, plagioclásio, biotita e quartzo. Lâmina FG-225.

O k-feldspato ocorre como cristais hipidiomórficos a idiomórficos, variando de 1 a 7 mm, com geminação *tartan* característica. Produz intercrescimento mirmequítico quando em contato com cristais de plagioclásio. Possui inclusões de quartzo, biotita, clorita, apatita, zircão e titanita. Alguns cristais ocorrem levemente substituídos por sericita.

O plagioclásio ocorre como cristais hipidiomórficos, variando de 1 a 4 mm, com ou sem geminação polissintética ou carlsbad. Produz intercrescimento mirmequítico quando em contato com cristais de k-feldspato, e possui inclusões de quartzo, biotita, zircão e apatita. Alguns cristais ocorrem levemente substituídos por sericita.

Os cristais de quartzo possuem hábito prismático, são hipidiomórficos a xenomórficos, variando de menores que 1 mm a 2 mm de comprimento. Ocorre como cristais compondo a matriz da rocha, e também como exsoluções em intercrescimentos mirmequíticos. Possui extinção ondulante em diversos cristais.

A biotita possui hábito prismático, variando de 1 a 3 mm, ocorrendo parcial ou totalmente alterados para clorita. Não possuem orientação preferencial na rocha.

Os cristais de clorita ocorrem como alteração de cristais de biotita. Possui cor de interferência azul-anil e pleocroísmo esverdeado.

A titanita ocorre como cristais granulares, de relevo alto, menores que 1 mm a até 2mm e cores de interferência altas. Ocorrem dispersos na rocha ou como inclusões em feldspatos.

A apatita ocorre como cristais incolores, de relevo médio/alto, menores que 1 a até 1 mm, com cores de interferência baixas (1ª a 2ª ordem). Ocorrem dispersos na rocha ou como inclusões em feldspatos e biotitas.

Os cristais de zircão são granulares, de relevo alto e cores de interferência altas, menores que 1mm e presente como inclusões em feldspatos, biotita e quartzo.

Sua composição modal, plotada no gráfico de Streckeisen (1976), forneceu composição monzogranítica para a unidade, de acordo com a lâmina FG-225 descrita (Figura 5).

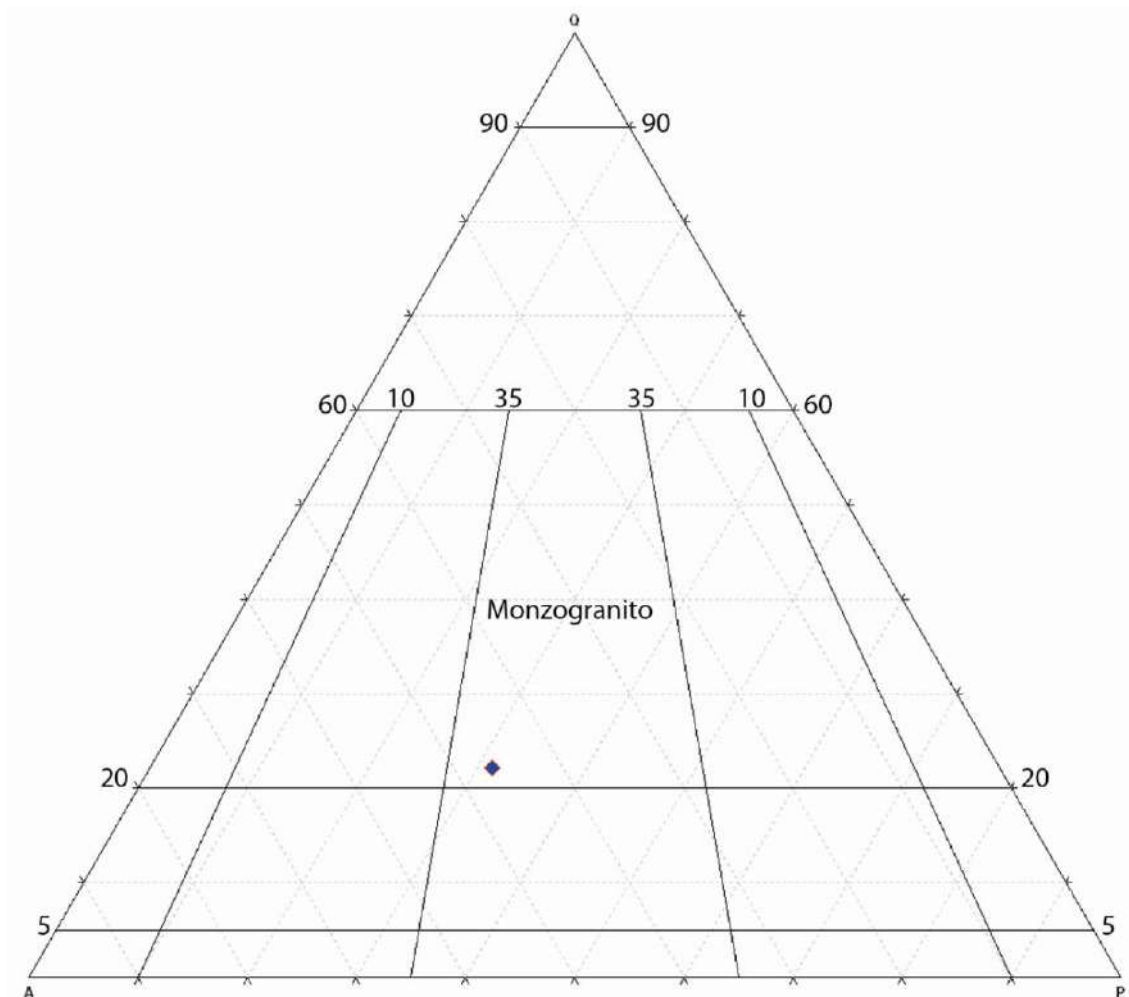


Figura 5: Plotagem da composição modal da lâmina FG-225(granito Aparecida) no diagrama QAP para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976. Q - Quartzo, A- álcali-feldspato, P- plagioclásio.

3.1.6 - Granitóide com hornblenda

ASPECTOS DE CAMPO

Esta unidade foi descrita unicamente em um ponto no quadrante NE da folha (FG-350), sendo representada por uma rocha isotrópica, leucocrática, composta por quartzo +k-feldspato+ plagioclásio+biotita+hornblenda, aflorante na encosta de um pequeno morro.

Macroscopicamente, a rocha é similar à unidade biotita paragnaisse, porém, pela ausência de foliação e pela presença de cristais de anfibólio, foi descrita como uma unidade individual.

PETROGRAFIA

A rocha é um granitóide fanerítico, isotrópico, leucocrático (I.C. 24%), possuindo como mineralogia modal (foi descrita uma lâmina), a associação mineral: quartzo (25%) + plagioclásio(22,2%) + k-feldspato(20%) + biotita (13,3%) + hornblenda(5,3%) + titanita(5%) (Fotos 23a e 23b). Possui ainda, como minerais acessórios, rutilo, zircão e opacos.

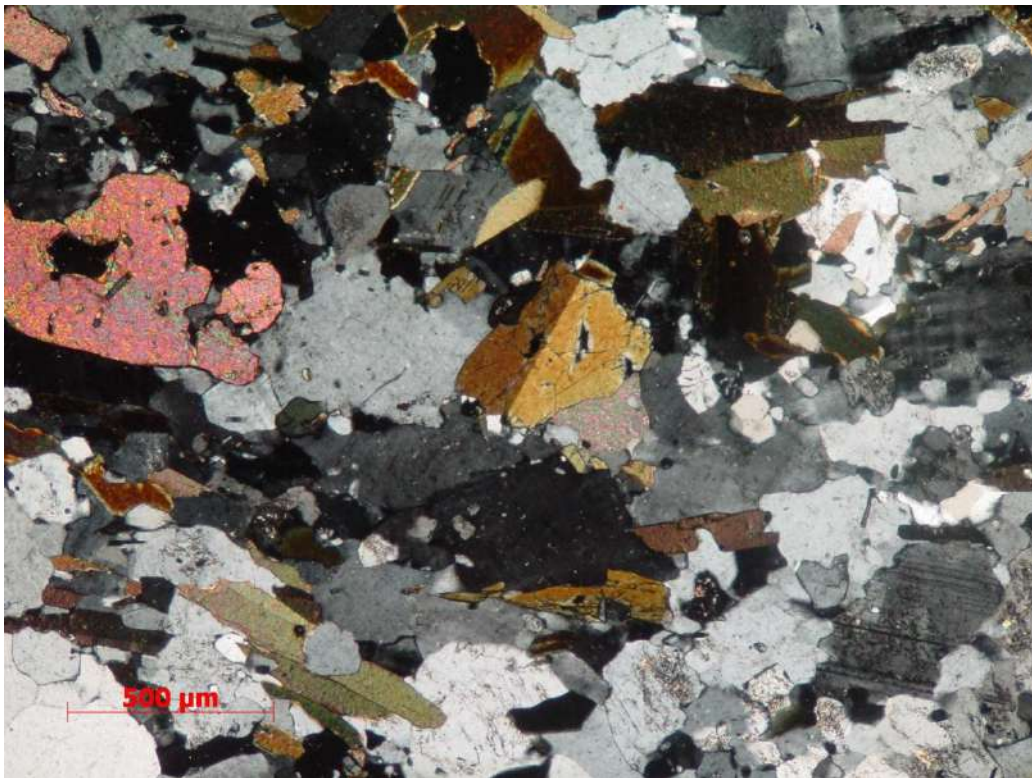


Foto 23a: Fotomicrografia do granitóide com hornblenda, visto em nicóis cruzados. Observa-se a mineralogia principal, composta por cristais de quartzo, plagioclásio, k-feldspato, hornblenda e biotita. Lâmina FG-350.

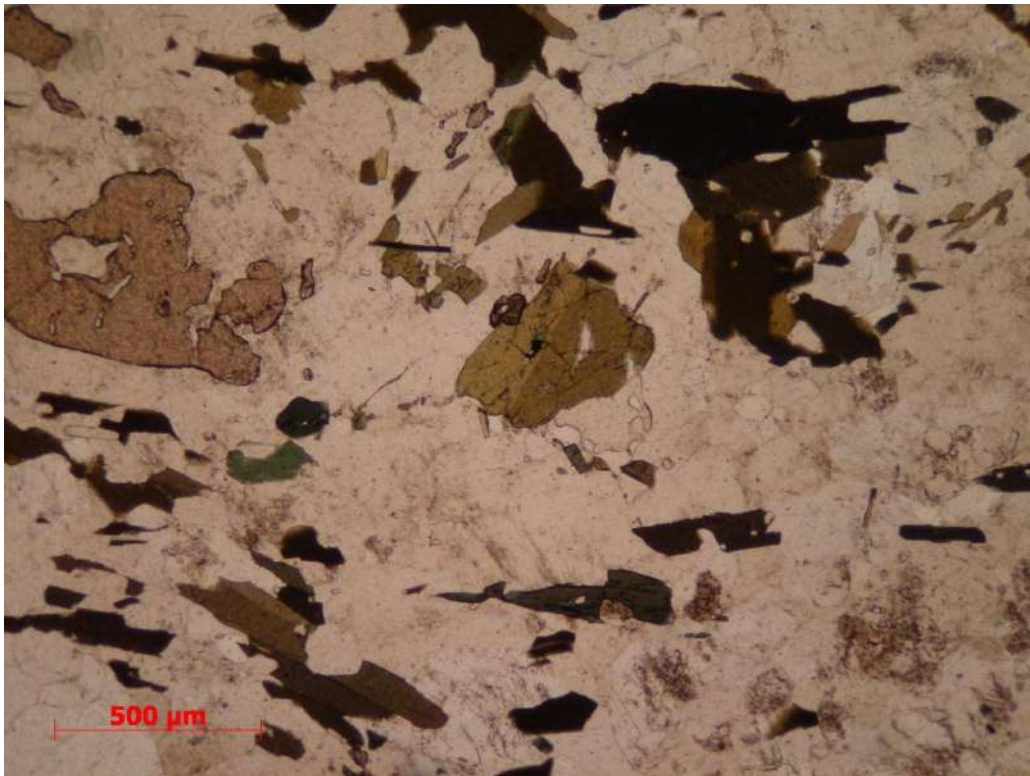


Foto 23b: Fotomicrografia do granitóide com hornblenda, visto em nicóis paralelos. Observa-se a mineralogia principal, composta por cristais de quartzo, plagioclásio, k-feldspato, hornblenda e biotita. Lâmina FG-350.

O quartzo ocorre com hábito granular a prismático, xenomórfico, variando de 0,3 a 1,2 mm, com extinção ondulante em grande parte dos cristais. Ocorre como exsoluções em intercrescimentos mirmequíticos e como inclusões em biotita, hornblenda, titanita e feldspatos.

Os cristais de plagioclásio são hipidiomórficos, prismáticos, variando de 0,5 a 2,5 mm, com geminação polissintética e maclas deformadas. Apresenta intercrescimento mirmequítico com os k-feldspatos. Alguns cristais apresentam extinção ondulante e ocorrem parcialmente substituídos por sericita.

K-feldspato ocorre como cristais hipidiomórficos, prismáticos, variando de 0,5 a 3 mm, com geminação *tartan* (às vezes muito fraca ou ausente). Apresenta intercrescimento mirmequítico com os plagioclásios. Alguns cristais ocorrem parcialmente substituídos por sericita.

Os cristais de biotita são prismáticos, hipidiomórficos, variando de 0,5 a 2 mm, sem orientação preferencial na rocha.

A hornblenda é representada por cristais hipidiomórficos, de pleocroísmo amarelado a verde musgo, de 0,3 a 1,5 mm e dispersos sem orientação na matriz.

Titanita ocorre como cristais xenomórficos, dispersos na matriz, com inclusões de quartzo e opacos.

Sua composição modal, plotada no gráfico de Streckeisen (1976), forneceu composição monzogranítica para a unidade, de acordo com a lâmina FG-350 descrita (Figura 6).

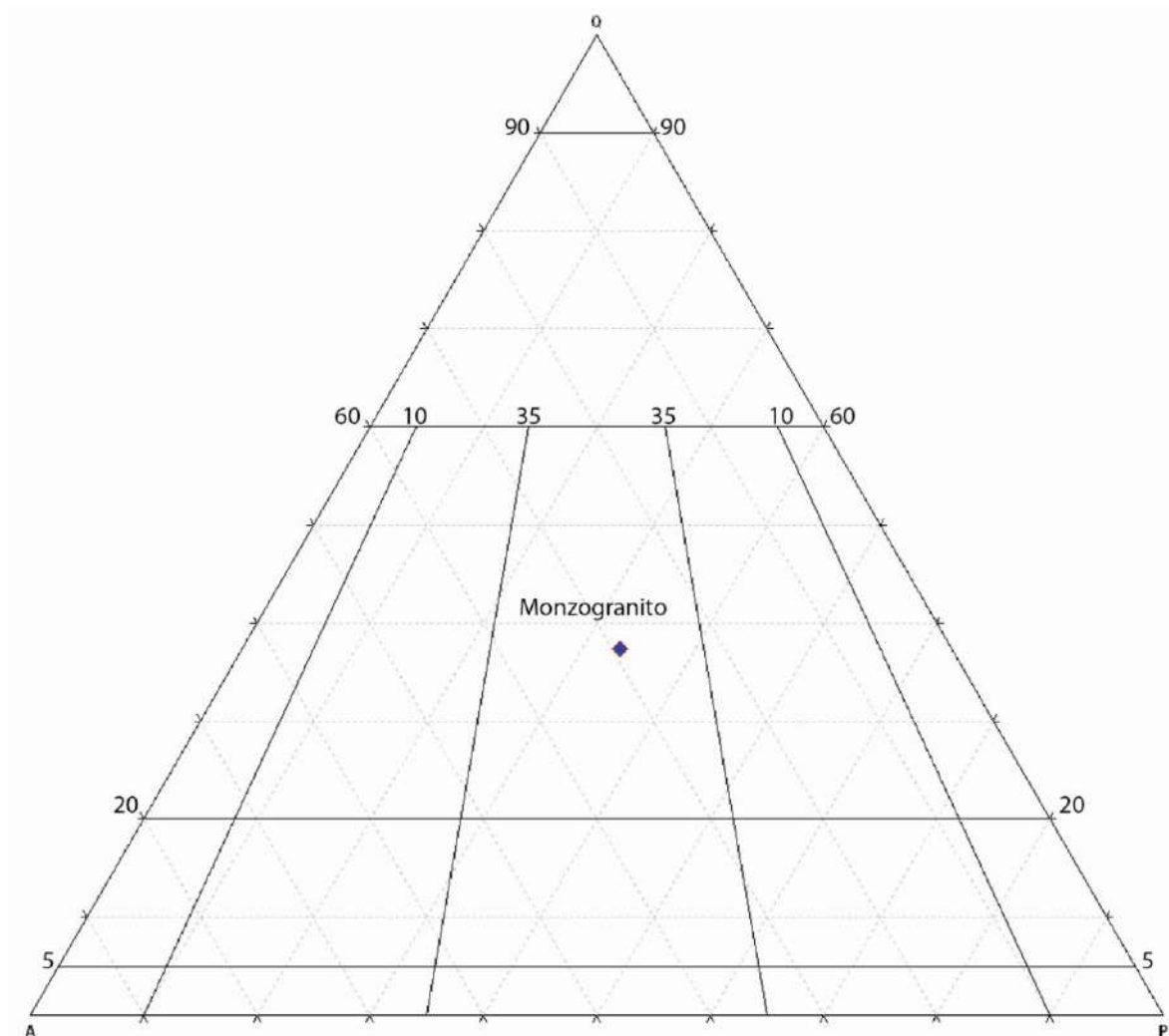


Figura 6. Plotagem da composição modal da lâmina FG-350 (granitóide com hornblenda) no diagrama QAPF para classificação de rochas ígneas segundo Streckeisen, 1976. Q - Quartzo, A - álcali-feldspato, P - plagioclásio.

3.1.7 - Biotititos microfaneríticos (Diques máficos)

ASPECTOS DE CAMPO

Esta unidade foi mapeada especificamente em dois pontos na região sul da folha (FG-321 e FG-361). É representada por corpos tabulares, com 60 cm a 1,5 m de largura, intrusivos tanto em metassedimentos (unidade biotita-xisto) como em ortoderivadas da Serra do Quebra-Cangalha (unidade ortognaisse porfirítico e biotita-muscovita granito leucocrático).

É caracterizada macroscopicamente por uma rocha escura, melanocrática, textura afanítica, isotrópica, e composta por uma associação mineral essencialmente biotítica.

Apresenta-se pouco deformado, possuindo uma fraca foliação incipiente (130/56), discordante da unidade ao qual ela intrude (345/85), no ponto FG-361 (Foto 24).



Foto 24: Dique máfico intrudindo biotita-ortognaisse porfirítico. Notar o truncamento da foliação S_n presente no ortognaisse. Escala: martelo, 30 cm. Ponto FG-361.

PETROGRAFIA

A rocha possui textura inequigranular, microfanerítica, melanocrática (I.C. 58%), e granulação fina a média. A amostra analisada (FG-361) possui fenocristais de feldspato e uma foliação bem marcada pelos minerais máficos.

Apresenta como mineralogia modal (foi descrita uma lâmina) a associação mineral biotita (58,4%) + plagioclásio (22,1%) + calcita (9,2%) + quartzo (7%) (Fotos 25a e 25b). Possui ainda, como mineralogia acessória, titanita, epidoto, zircão e opacos.



Foto 25a: Fotomicrografia de biotitito microfanerítico, visto em nicóis cruzados. É possível observar os fenocristais de plagioclásio com textura ígnea ainda preservada, apresentando bordas bem marcadas. Nota-se também a presença de cristais de calcita e quartzo, além das bioitas presente em abundância. Lâmina FG-361-R.

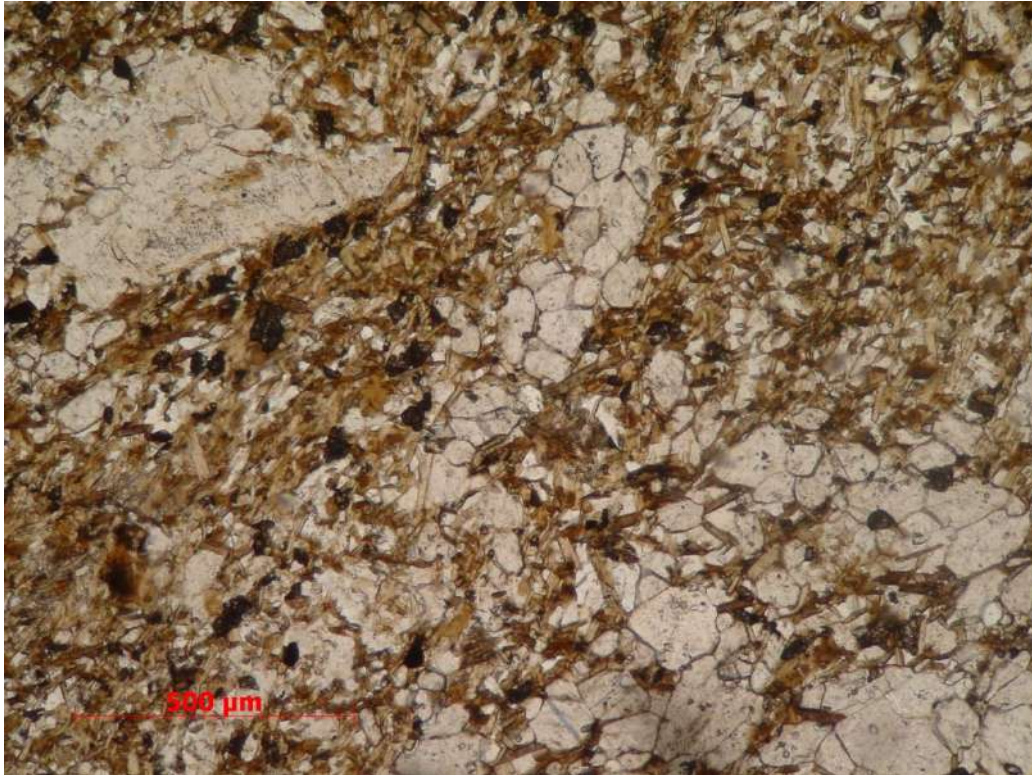


Foto 25b: Fotomicrografia de biotitito microfanerítico, visto em nicóis paralelos. Lâmina FG-361-R.

A biotita apresenta-se como cristais hipidiomórficos, varia de menores que 0,1 a até 1mm de comprimento e possui hábito prismático. Compõe quase que totalmente a parte máfica da rocha. Ocorre também como inclusões em cristais de plagioclásio.

O plagioclásio ocorre de duas formas: como componente da matriz da rocha, representado por cristais hipidiomórficos variando de 0,25 a 1 mm de comprimento e de hábito prismático; e como fenocristais hipidiomórficos a idiomórficos, variando de 1,5 a 4 mm de comprimento, com geminação polissintética e/ou *carlsbad* e apresentando textura ígnea preservada (cristais com bordas bem definidas e prismáticas) (Fotos 26a e 26b). Os fenocristais não encontram-se orientados de acordo com a foliação da rocha, e possuem inclusões de quartzo e biotita, com textura poiquilitica.

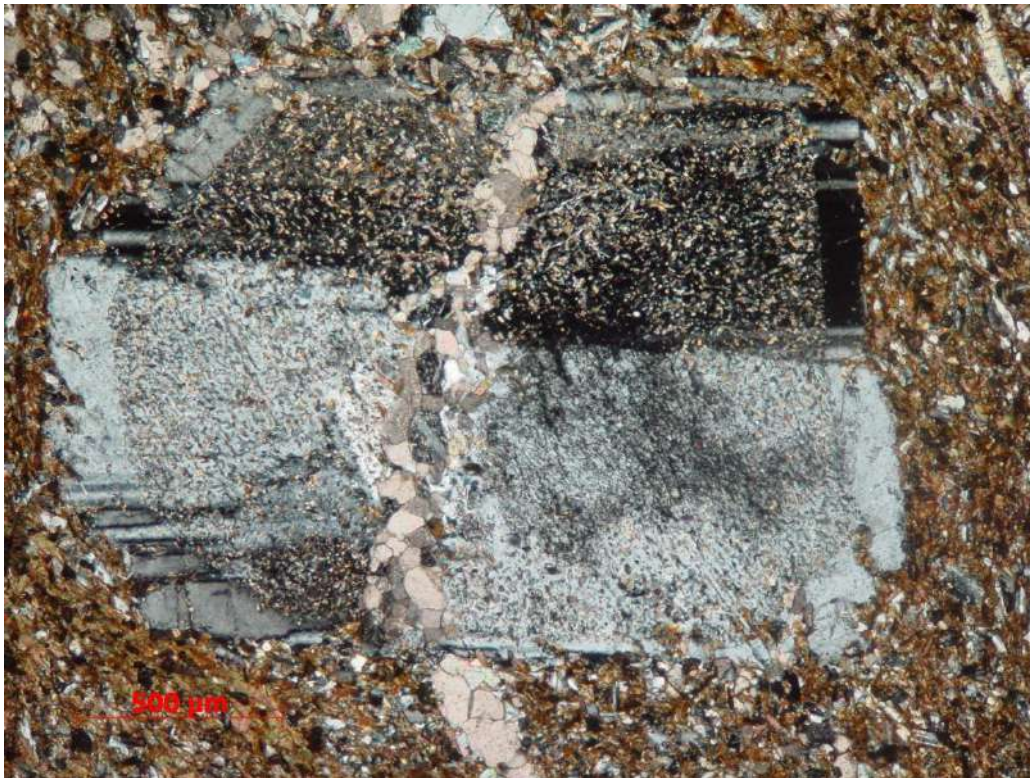


Foto 26a: Fotomicrografia de fenocristal de plagioclásio em biotitito microfanerítico, visto em nicóis cruzados. É possível observar as inclusões de quartzo e epidoto. Apresenta sobrecrecimento na borda, marcado pela ausência de inclusões. Nota-se também a presença de um veio de cristais de calcita e quartzo. Nota-se ainda uma foliação incipiente defletida pelo cristal. Lâmina FG-361-R.

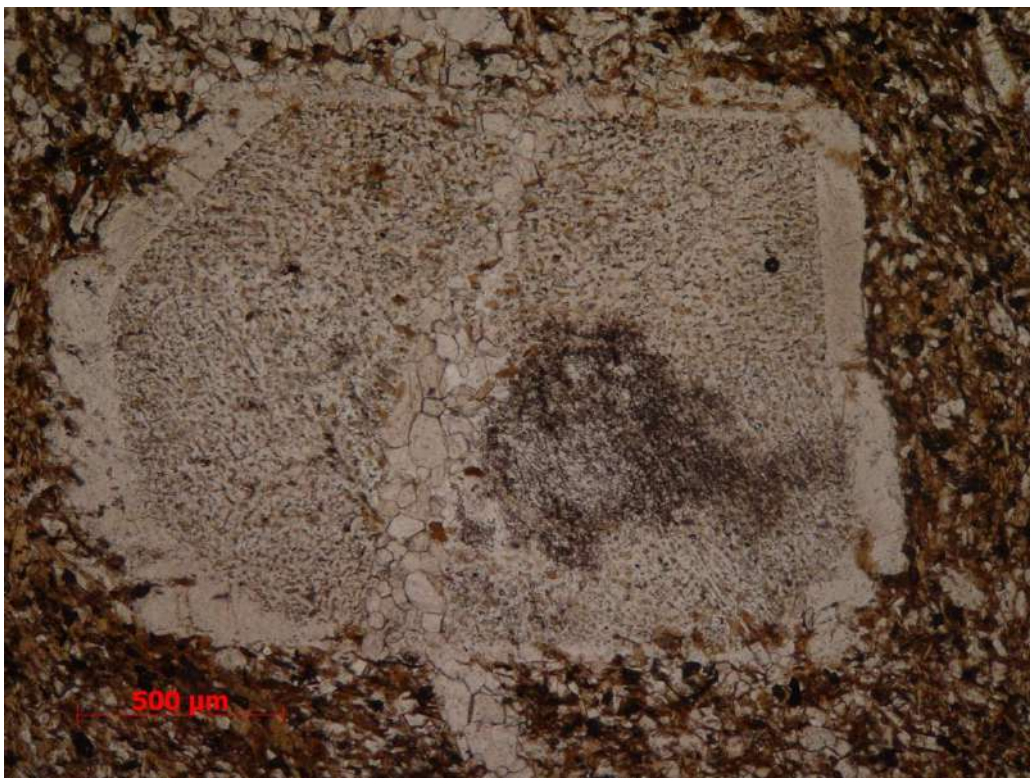


Foto 26b: Fotomicrografia de fenocristal de plagioclásio em biotito microfanerítico, visto em nicóis paralelos. Notar o sobrecrecimento marcado pela ausência de inclusões. Lâmina FG-361-R.

A calcita ocorre como cristais hipidiomórficos, variando de 0,5 a 1,5 mm de comprimento, ocorrendo dispersos na matriz, em aglomerados monominerálicos e também em veios milimétricos cortando a rocha. Nos aglomerados, os cristais apresentam bordas poligonalizadas.

O quartzo é xenomórfico, de 0,2 a 0,7 mm de comprimento, escassos e dispersos na matriz. Ocorre como inclusões em cristais de feldspato.

A rocha possui uma foliação tectônica bem marcada pelos cristais de biotita. Esta foliação encontra-se defletida por fenocristais de feldspato.

4. Geologia Estrutural

Utilizando a análise de elementos estruturais como foliações, lineações, eixos e planos axiais de dobras, e zonas de cisalhamento, foi possível a determinação de, no mínimo, três fases de deformação: D_n , D_{n+1} e D_{n+2} .

4.1 - Fase deformacional D_n

Esta fase foi a responsável pela geração da foliação S_n , a principal feição estrutural observada nas rochas da área. O mergulho de S_n varia em geral entre S/SE e N/NW devido a foliação quase sempre subvertical. A atitude média é 150/65 e é bem desenvolvida nas unidades metassedimentares. Observam-se ainda, relacionadas à essa fase, dobras fechadas/apertadas, marcadas por níveis de quartzo ou quartzo-feldspato, com planos axiais paralelos à foliação (Fotos 13 e 27). É bem marcada pela orientação de aglomerados minerálicos de biotita+muscovita, assim como níveis planares de grãos de quartzo a quartzo-feldspato (Foto 1). Outra feição relacionada à essa fase observada foi a geração de uma lineação L_n , com variação de caimento para E/SE e W/SW, e caimentos em geral maiores que 20°. É marcada por lineações de estiramento em fitas de quartzo submilimétricas, ou, em unidades xistosas, marcada por uma lineação mineral de micas (biotita+muscovita).

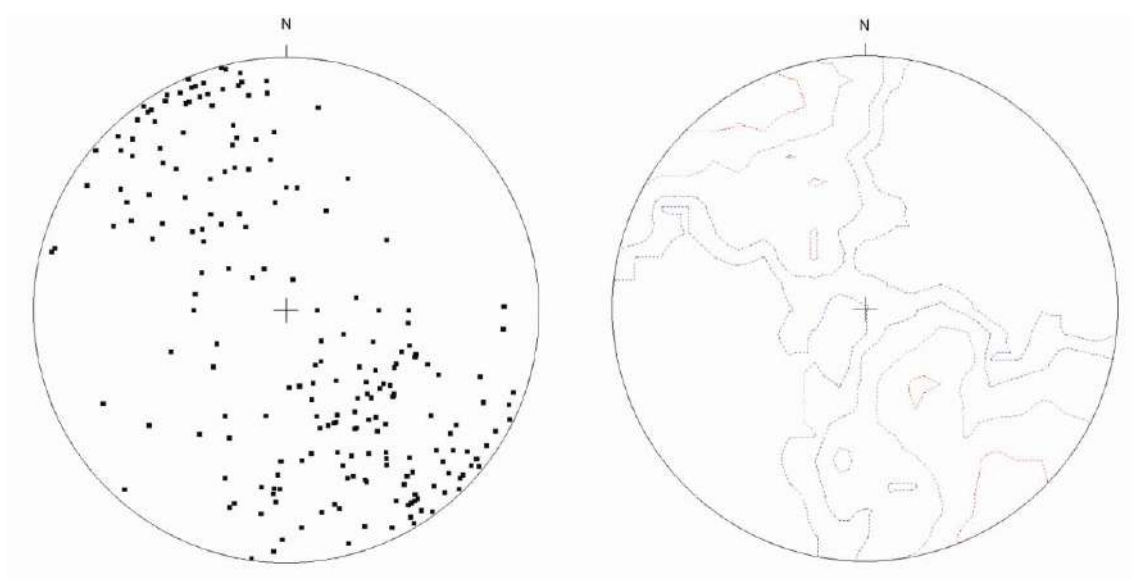


Figura 7: Estereogramas com plotagem de 214 medidas da foliação S_n , em projeção equiângulo, hemisfério sul.

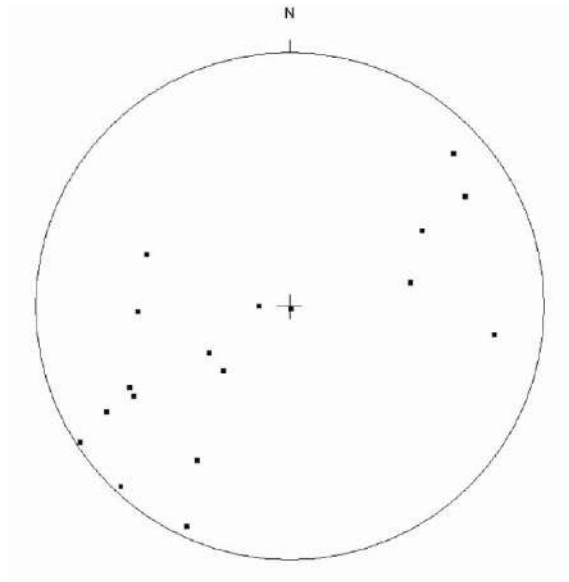


Figura 8: Estereogramas com plotagem de 19 medidas da lineação L_n , em projeção equiângulo, hemisfério sul.



Foto 27: Foliação S_n bem marcada em biotita-paragnaisse, com dobras apertadas marcadas por leucossomas quartzo-feldspáticos, apresentando planos axiais paralelos à foliação. Ainda é possível

observar um plano S_{n-1} marcado pelo bandamento composicional da rocha. Escala: Cader neta, 20cm. Ponto FG-144.

4.2 - Fase deformacional D_{n+1}

Nesta fase, a foliação S_n foi dobrada, com a geração de dobras suaves com planos axiais mergulhando para NE, SE e NW, e eixo caindo suavemente para NE, SE e NW .

Não foi observada uma foliação mineral evidente, representativa desta fase. Observou-se, no entanto, dobras afetando a foliação S_n , relacionadas à uma fase posterior de redobramento, com planos axiais e eixos observáveis e medidos quando observados em afloramento (Fotos 28 e 29).

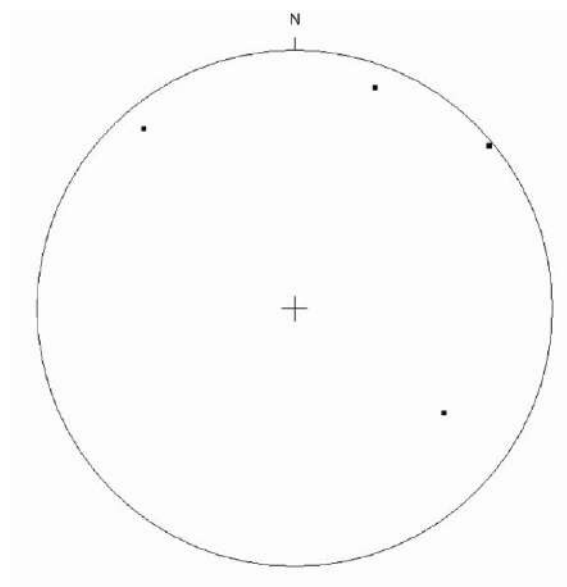


Figura 9: Estereograma com plotagem de 4 medidas dos planos axiais relacionados à D_{n+1} , em projeção equiângulo, hemisfério sul.



Foto 28: Dobra suave relacionada à D_{n+1} , redobrando a foliação S_n . Apresenta plano axial mergulhando para NW e eixo caindo suavemente para NE. Ponto FG-76.



Foto 29: Dobras em BLOCO de biotita-paragnaisse, relacionadas à D_{n+1} , dobrando a foliação S_n . Escala: martelo, 30 cm. Ponto FG-45.

4.3 - Fase Deformacional D_{n+2}

Esta terceira fase é caracterizada pela presença de zonas de cisalhamento transcorrentes, que afetam todos os litotipos descritos, com movimentação dextral e sinistral e orientação NE-SW (Fotos 30 e 31).



Foto 30: Zona de cisalhamento transcorrente dextral (305/85), com mergulho subvertical, afetando dique do biotita-muscovita granito leucocrático. A seta da caderneta aponta para o Norte. Escala: caderneta, 20 cm. Ponto FG-106.



Foto 31: Zona de cisalhamento transcorrente sinistral (0/80) com mergulho subvertical, afetando leucossoma quartzo-feldspático no biotita-paragnaisse. Escala: martelo, 40 cm. Ponto FG-143.

As zonas de cisalhamento são em geral milimétricas a decimétricas e com mergulhos subverticais .

Observou-se ainda, no ponto FG-345, uma faixa de aproximadamente 15 metros de comprimento, inteiramente afetada por deformação associada a cisalhamento, apresentando ultramilonitos na parte central (Fotos 32, 33a e 33b), e protomilonitos nas bordas (Foto 34), evidenciando a concentração de strain no centro da faixa.

Neste ponto, a foliação é milonítica, associada à terceira fase deformacional D_{n+2} , e portanto pode ser chamada de S_{n+2} .



Foto 32: Biotita ortognaisse ultramilonítico, presente no centro da faixa milonítica, com granulometria muito fina, composta essencialmente por quartzo recristalizado e fitas de biotita. Escala: Tampa de caneta, 2 cm. Ponto FG-345.

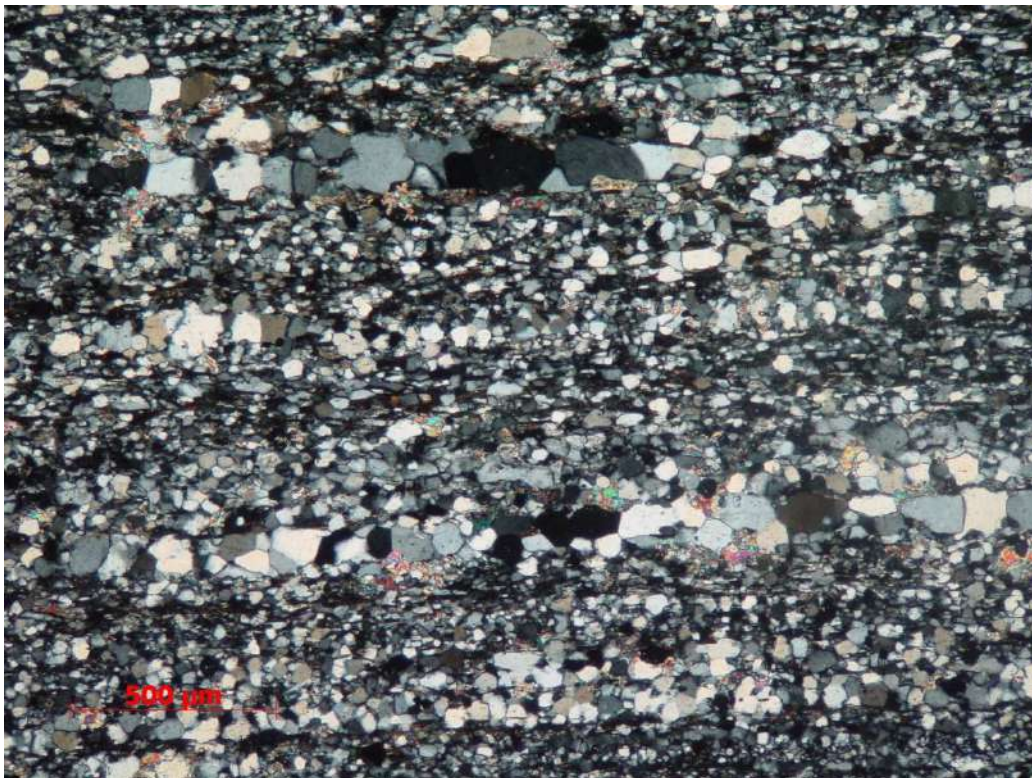


Foto 33a: Fotomicrografia de ultramilonito, visto em nicóis cruzados. Notar a presença quase que totalmente de quartzo recristalizado, com eixo “c” dos cristais paralelo à foliação S_{n+2} . Observa-se também a presença de cristais de biotita paralelos à foliação. Lâmina FG-345.

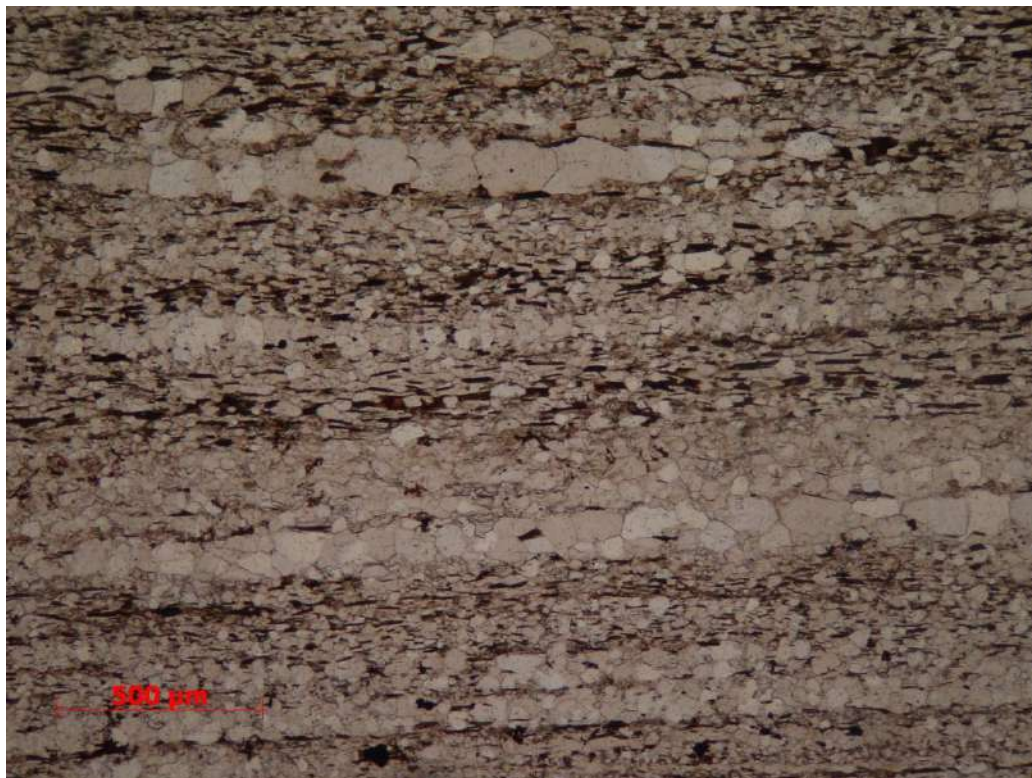


Foto 33b: Fotomicrografia de ultramilonito, visto em nicóis paralelos. Lâmina FG-345.



Foto 34: Biotita ortognaisse protomilonítico a milonítico, presente na borda da faixa milonítica, com grande quantidade de porfiroblastos de feldspato e uma matriz fina composta essencialmente por quartzo recristalizado e fitas de biotita. Escala: Tampa de caneta, 5 cm. Ponto FG-345.

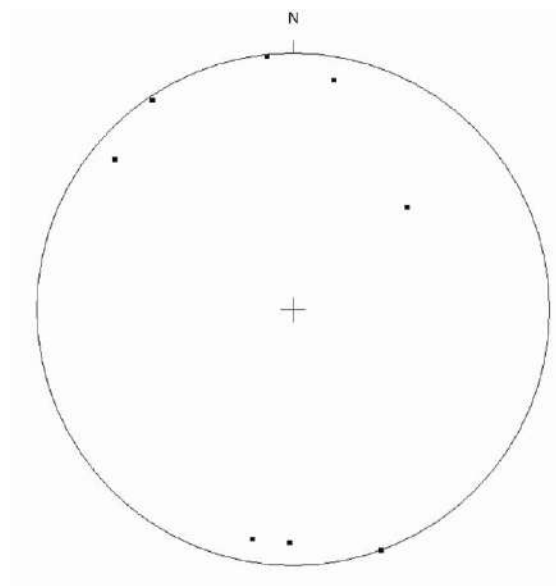


Figura 10: Estereograma com plotagem de 8 medidas de zonas de cisalhamento transcorrentes dextrais e sinistrais em projeção equiângulo, hemisfério sul.

5. Metamorfismo

O metamorfismo da área é caracterizado como um metamorfismo principal em fácies anfibolito médio a alto. As associações minerais que possibilitam a definição dessa fácies metamórfica são definidas pelos litotipos metassedimentares descritos, granada-sillimanita-biotita xisto e biotita-paragnaisse.

É caracterizado pela presença de muscovita + quartzo, veios anatéticos de composição granítica (quartzo+feldspato \pm biotita) revelando o início da fusão parcial e pela presença de minerais metamórficos (sillimanita, granada) junto à foliação S_n .

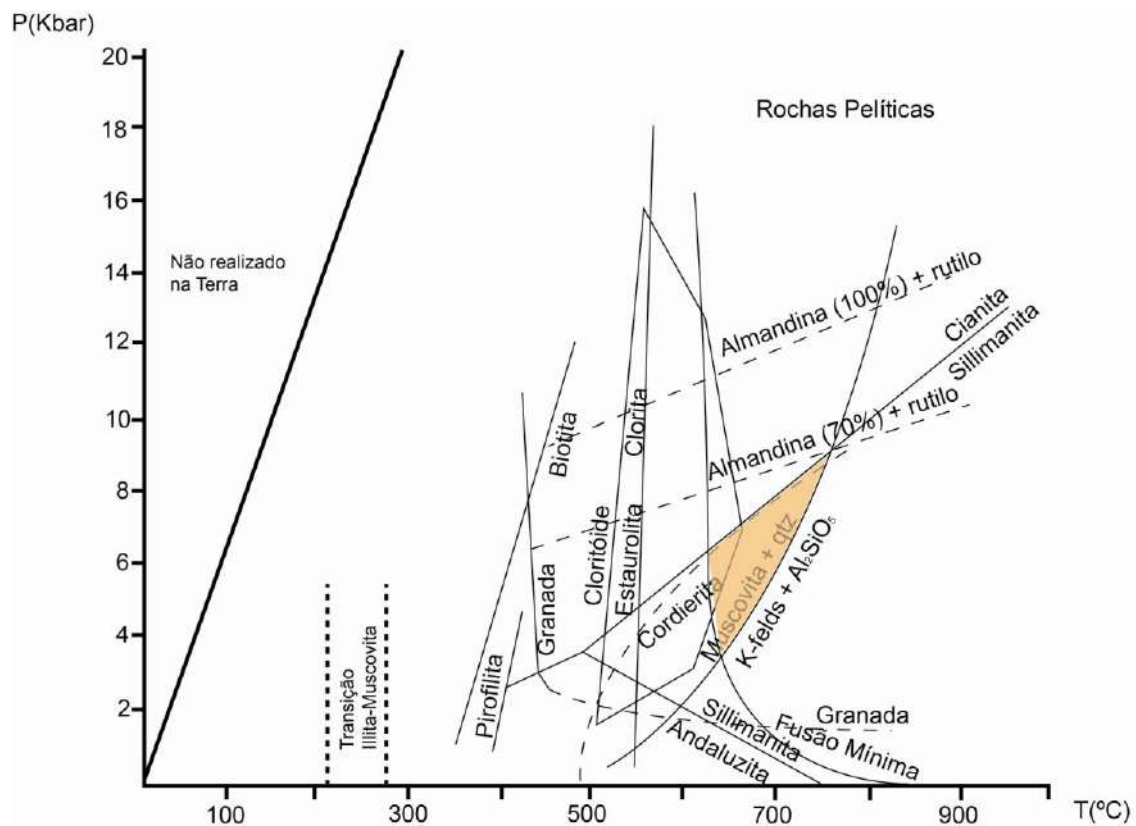


Figura 11: Diagrama P x T de estabilidade mineral para rochas pelíticas. Em laranja, o campo de estabilidade proposto para as rochas deste trabalho, limitado pela curva de Muscovita+qtz à direita, pela curva de Fusão mínima à esquerda e pela curva de estabilidade da sillimanita, acima.

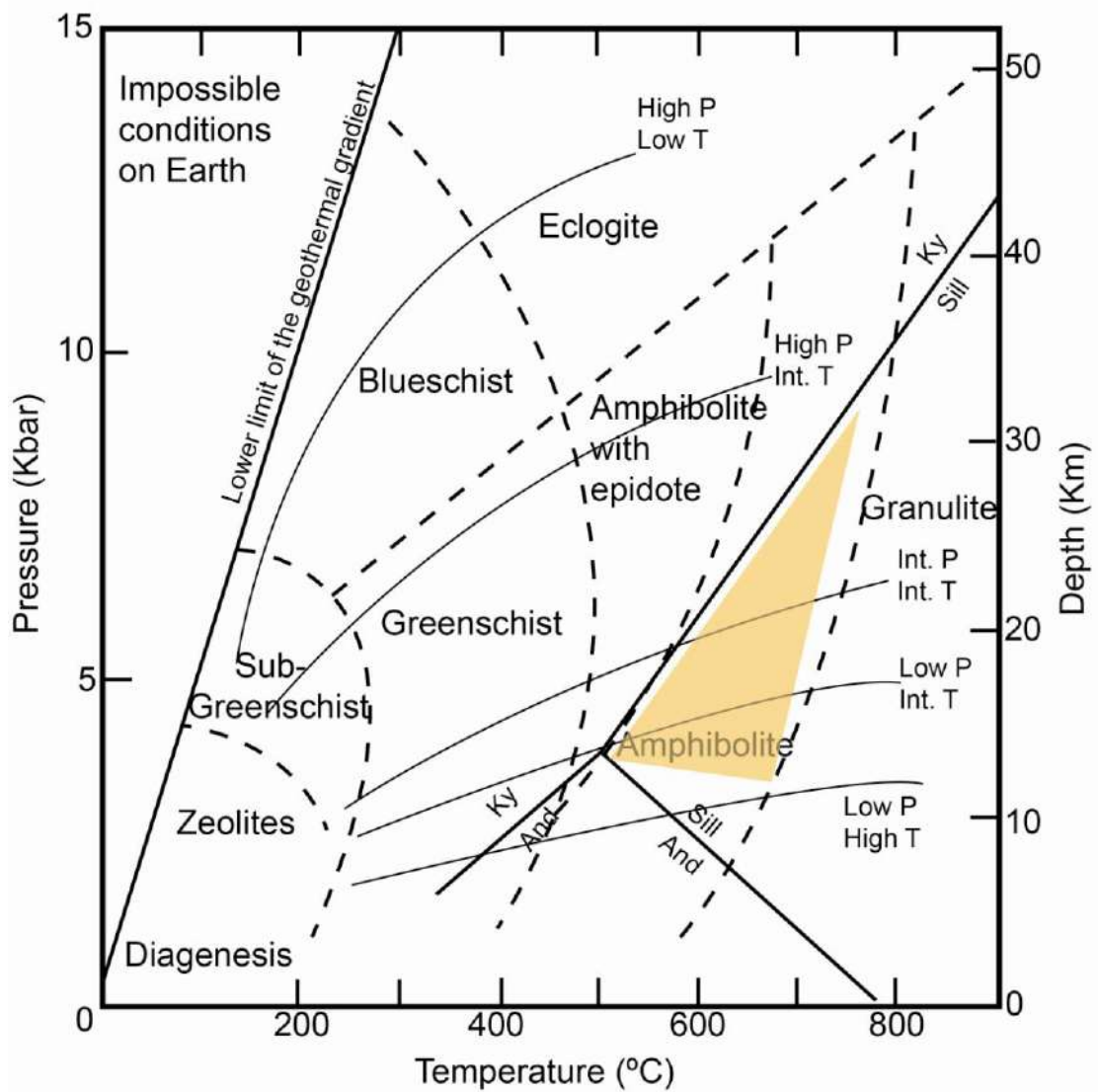


Figura 12: Diagrama de fácies metamórfica de Eskola. O campo de estabilidade mineral atribuído na figura 11 indicou neste gráfico a condição de fácies anfibolito a anfibolito alto para as rochas deste trabalho.

6. Conclusão

Nas proximidades da cidade de Guaratinguetá, como resultado do mapeamento geológico, da identificação de estruturas, e análises petrográficas para as rochas mapeadas, foram reconhecidas sete unidades litológicas distintas: Granada-sillimanita-biotita xisto migmatítico com intercalação de rochas calcissilicáticas, biotita paragnaisse migmatítico com intercalação de rochas calcissilicáticas, biotita ortognaisse porfirítico de composição monzogranítica, biotita-muscovita monzogranito leucocrático, biotititos microfaneríticos (diques máficos) e um plúton granítico pós-tectônico (Granito Aparecida).

As descrições feitas para as rochas metassedimentares se assemelham com as descrições feitas por Fernandes *et al.* (1990) para a unidade inferior do Complexo Embu denominada Rio Guaripu.

Pela análise das estruturas observadas, foi possível a definição de, no mínimo, três fases deformacionais distintas para as rochas desta área. São elas: D_n , responsável pela geração da foliação principal S_n observada nas rochas da área, gerando ainda dobras fechadas/apertadas paralelas à foliação; D_{n+1} , responsável pelo dobramento da foliação S_n , com a geração de dobras suaves com planos axiais mergulhando para NE, SE e NW; D_{n+2} , responsável pela geração de zonas de cisalhamento milimétricas a métricas, sinistrais ou destrais e de orientação NE-SW, com mergulhos subverticais, que afetam todos os litotipos mapeados.

O metamorfismo para as rochas mapeadas, foi definido como da facies anfibolito médio a alto, caracterizado pela presença de muscovita + quartzo, veios anatéticos de composição granítica (quartzo+feldspato± biotita) revelando o início da fusão parcial e pela presença de minerais metamórficos (sillimanita, granada) junto à foliação S_n .

7. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., BRITO-NEVES, B.B & FUCK, R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, 17 , 1-29p.
- ALMEIDA, F.F.M. 1977. O Cratón do São Francisco. *Revista Brasileira de geociências*, 7 , 349-364p, Rio de Janeiro.
- CAMPOS NETO, M.C., 2000. Orogenic systems from Southwestern Gondwana: an approach to Brasiliano-Pan African Cycle and Orogenic Collage in Southeastern Brazil. In: Cordani, U., Milani, E., Thomaz Filho, A., Campos, D. (Eds.), *Tectonic Evolution of South America*. CPRM, Rio de Janeiro. 856 pp.
- FERNANDES, A.J., CAMPOS NETO, M.C., FIGUEIREDO, M.C.H., 1990. O Complexo Embu no leste do Estado de São Paulo: limites e evolução geológica. 36th Cong. Bras. Geol., Natal, SBG, Anais, vol. 6, pp. 2755– 2763.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C. D. R., BISTRICHI, C. A. Estruturas e tectônica da área pré-cambriana de São Paulo e Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 1, p. 61-76, 1980.
- HASUI, Y. & SADOWSKI, G.R. Evolução geológica do pré-cambriano na região sudeste do estado de São Paulo. *R. Bras. Geociênc.*, São Paulo, 6 (3): 182-200, 1976.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C., DAL RE. & COIMBRA, A. M. 1975. The Ribeira Fold Belt. *Revista Brasileira de geociências*, 5 , 257-267p, Rio de Janeiro.
- HEILBRON, M., VALERIANO, C.M., TASSINARI, C.C.G., ALMEIDA, J., TUPINAMBÁ, M., SIGA Jr, O., TROUW, R.A.J. 2008. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. In: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., Brito Neves, B.B., de Wit, M.J. (eds) *West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region*. Geological Society, London, Special Publications, 294: 211-237.
- HEILBRON, M., PEDROSA-SOARES, A.C., CAMPOS NETO, M.C., SILVA, L. C., TROUW, R. A. J., JANASI, V. C. 2004a. Província Mantiqueira. *Geologia do*

Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.
Organizadores: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito-Neves, B.B.,
203-234p., São Paulo.

- HEILBRON, M., PEDROSA-SOARES, A.C., CAMPOS NETO M.C., SILVA, L. C.,
TROUW, R. A. J., JANASI, V. C. 2004b. Brasiliano Belts in SE Brazil. *Journal of
virtual Explorer*. 17, paper 4.

- HEILBRON, M., MOHRIAK, W., VALERIANO, C.M., MILANI, E., ALMEIDA,
J.C.H., TUPINAMBÁ, M., 2000. From collision to extension: the roots of the
southeastern continental margin of Brazil. In: Mohriak, W.U., Talvani, M. (Eds.),
Geology and Geophysics of Continental Margins. American Geophysical Union,
Geophysical Monograph, pp. 1 – 31.

- HEILBRON, M., VALERIANO, C.M., VALLADARES, C.S., MACHADO, N.,
1995. A orogênese brasileira no segmento central da Faixa Ribeira, Brasil. *Revista
Brasileira De Geociências* 25 (4), 249– 266.

- MACKENZIE, W.S., DONALDSON, C.H. & GUILFORD, C. Atlas of igneous rocks
and their textures. Logman, 148p, 1982.

- NOCKOLDS, S.R., KNOX, R.W.O'B, CHIMER, G.A., 1978, *Petrology: London*,
Cambridge, University Press, 435p.

- PEREIRA, R.M., 2001. Caracterização geocronológica, geoquímica, geofísica e
metalogenética de alguns plutonitos graníticos da região do médio Rio Paraíba do Sul e
alto Rio Grande, segmento central da Faixa Ribeira. Ph.D. thesis, Dept. of Geology,
Igeo/UFRJ.

- STRECKEISEN A. To each plutonic rock, its proper name. *Earth Science Review*,
12(1):1-33, 1976.

- TUPINAMBÁ, M., TEIXEIRA, W., HEILBRON, M. 1998. The Pan African/
Brasiliano Arc-related Magmatism at the Costeiro Domain of the Ribeira Belt,

southeastern Brazil. In: *Abstract of the 14th International Conference on Precambrian and Craton Tectonics*, Ouro Preto, MG, 12-14.

- TROUW, R. A. J., HEILBRON, M., PETERNEL, R., RIBEIRO, A., VINAGRE, R., TEIXEIRA, P.A.D., TROUW, C., 2011. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil, 2011. In: *13 Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, Campinas, SP.

- TROUW, R. A. J., HEILBRON, M., RIBEIRO, A., PACIULLO, F. V. P., VALERIANO, C. M., ALMEIDA, J., TUPINAMBÁ, M., ANDREIS, R., 2000. The central segment of the Ribeira Belt. In: Cordani, U., Milani, E., Thomaz Filho, A., Campos, D. (Eds.), *Tectonic Evolution of South America*. CPRM, Rio de Janeiro. 856 pp.

- TROUW, R. A. J., PACIULLO, F.V.P., RIBEIRO, A. 1994. Faixa Alto Rio Grande reinterpretada como a zona de interferência entre a faixa Brasília e a Faixa Ribeira. In: *Boletim de resumos expandidos, XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*, Camboriu, 3, 234-235p.

- VAUCHEZ, A., TOMASSI, A., EGYDIO DA SILVA, M. 1994. Self-indentation of a heterogeneous continental lithosphere. *Geology*, 22: 967-970.

ANEXOS

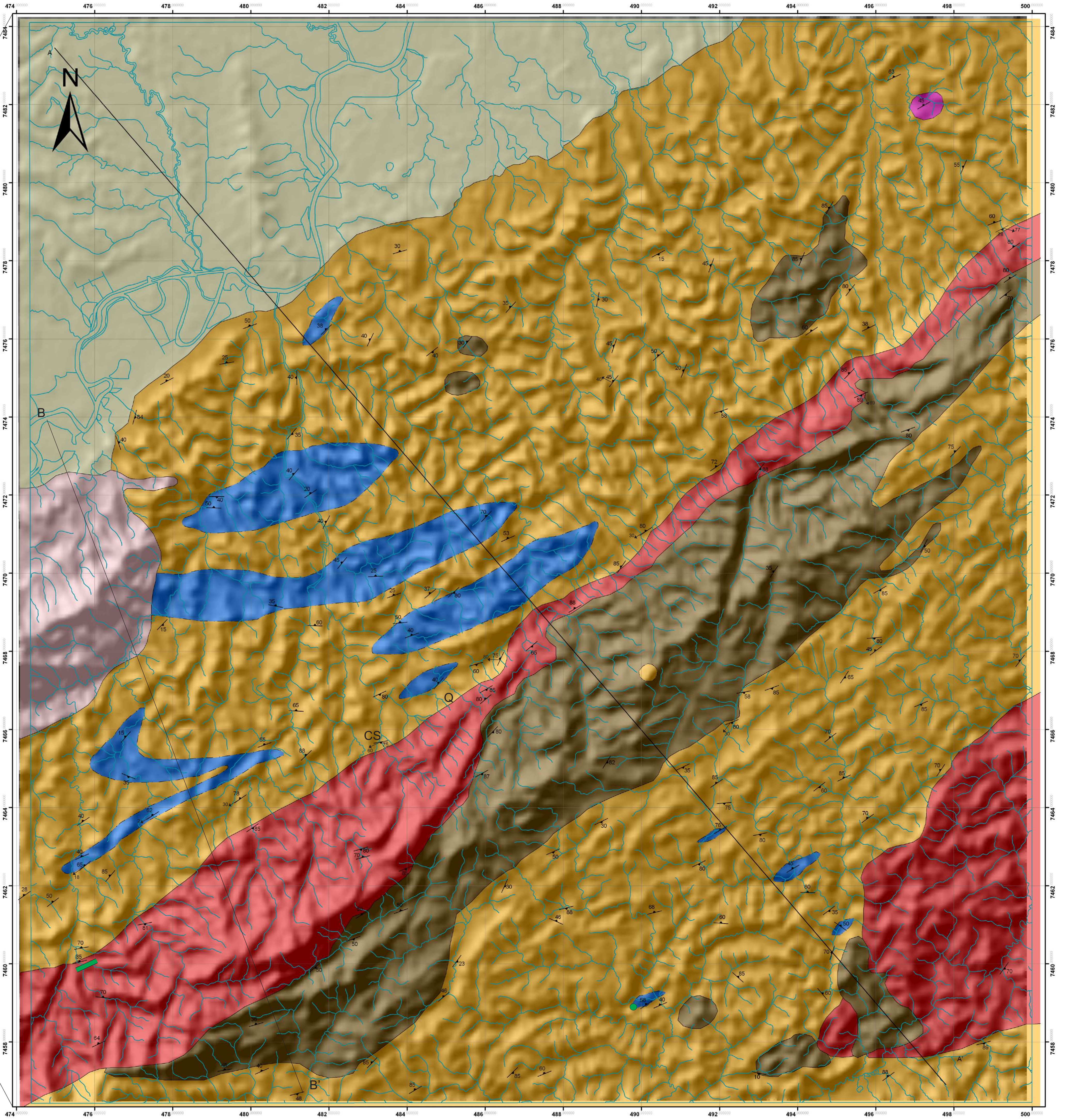
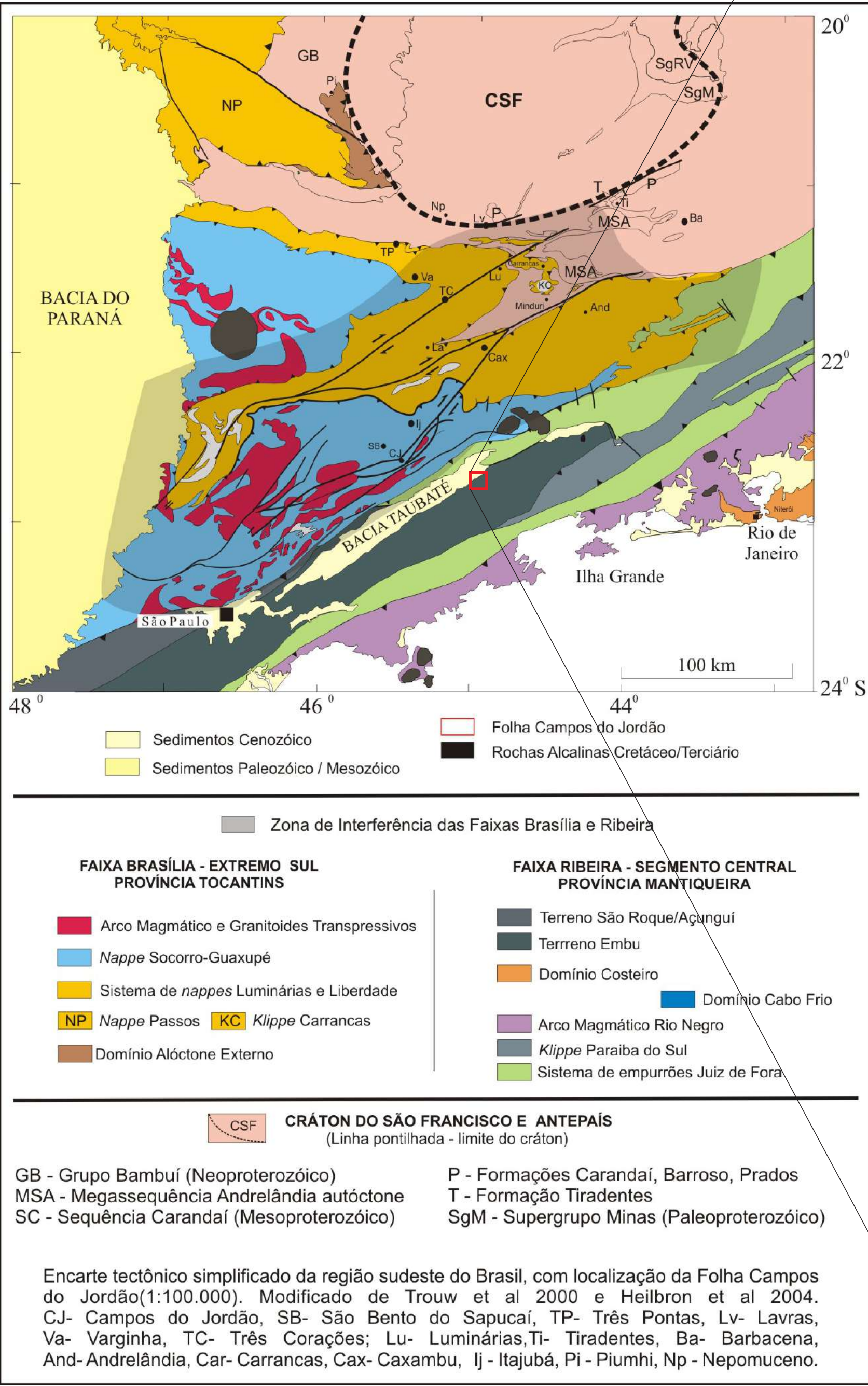


Mapa geológico da folha Guaratinguetá

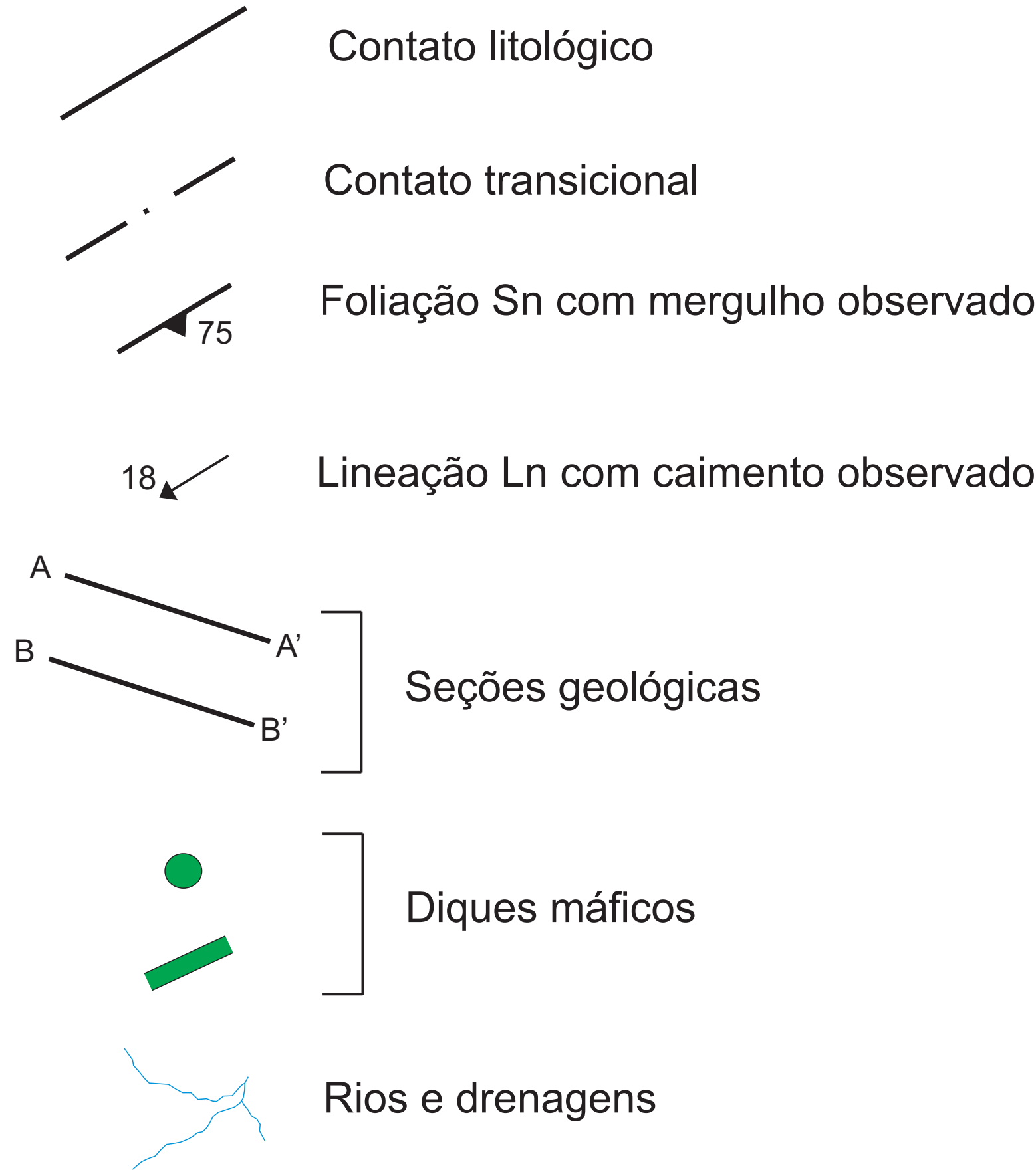
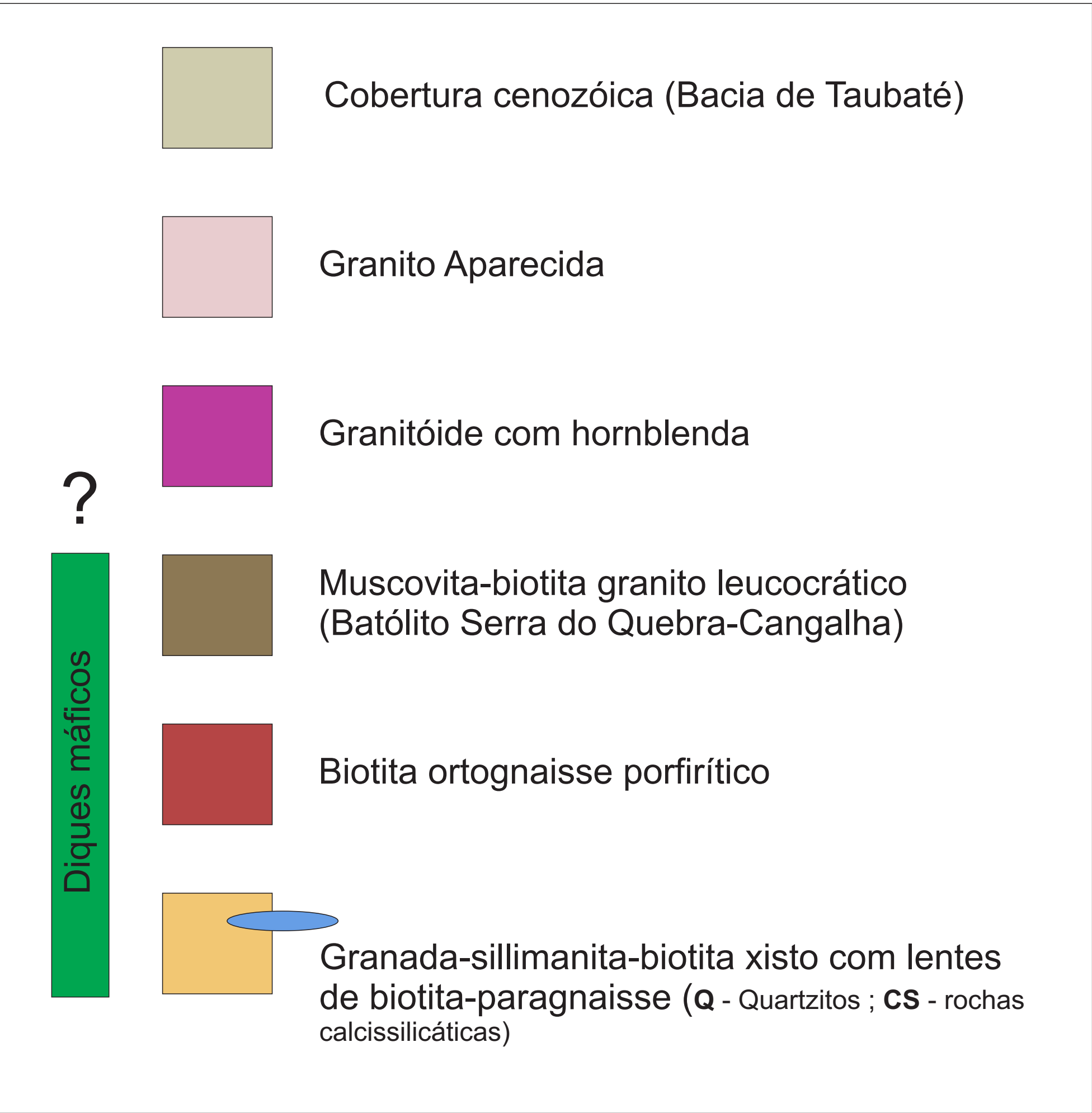
Escala 1:50.000

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Departamento de Geologia

Localização regional



LEGENDA



Autores:

Marcos Vinícius F. Fontainha

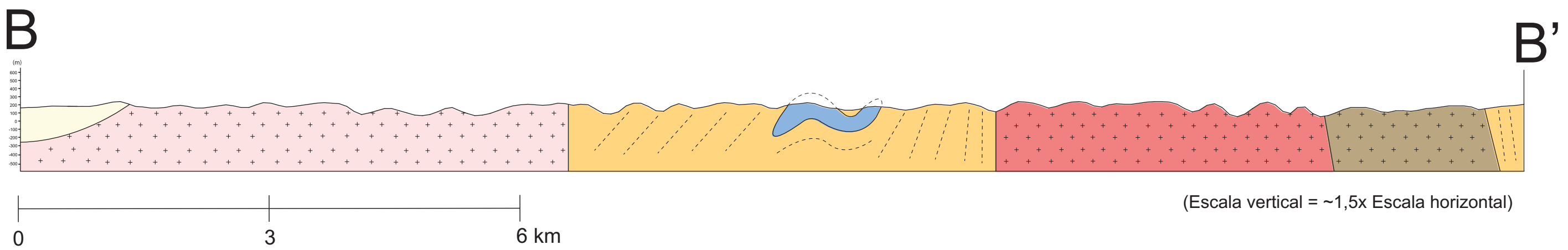
Gabriel Ribeiro Coutinho

Felipe Santana Büttner

Digitalização:

Gabriel Ribeiro Coutinho

Anexo I do Trabalho Final de Curso (IGL108/RUD)



MAPA DE PONTOS

FOLHA GUARATINGUETÁ 1:50.000

